

Характер зависимости стойкости инструментов от скорости резания при различном допустимом износе h_3 изменяется незначительно (рис. 2). В диапазоне используемых скоростей резания зависимость стойкости инструмента от скорости резания можно аппроксимировать традиционной степенной зависимостью

$$T = C_v / v^\mu ,$$

где T – стойкость инструмента, мин; v – скорость резания, м/мин; C_v , μ – эмпирические постоянные (табл. 1, $v > 50$ м/мин).

Эксперименты по изучению зависимости стойкости инструмента от подачи и глубины резания при различных скоростях резания показали, что с увеличением t или S при одной скорости наблюдается увеличение стойкости, а при другой – ее снижение. Этим и объясняется противоречивость существующих рекомендаций по выбору оптимальных режимов обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кононенко В.П. Износ инструментов при резании металлокерамических материалов. – М., 1972. – 72 с. 2. Талантов Н.В. Механизм изнашивания твердосплавного инструмента при обработке сталей//Вестник машиностроения. – 1985. – № 7. – С. 52–57.

УДК 621.91.01

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

СОСТАВЛЯЮЩИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ РОТАЦИОННОМ ТОЧЕНИИ ПРИНУДИТЕЛЬНО ВРАЩАЮЩИМСЯ ИНСТРУМЕНТОМ

Экспериментальные исследования составляющих силы резания при ротационном точении принудительно вращающимся инструментом с прерывистой режущей кромкой [1] проводились в сопоставлении с обработкой инструментом с непрерывной режущей кромкой при одно- и разнонаправленных векторах скоростей вращения инструмента и движения подачи, а также самовращающимся и невращающимся инструментами. При этом варьировались соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки, скорости главного движения, подачи и глубина резания. Для измерения составляющих силы резания P_z , P_y , P_x использовался трехкомпонентный динамометр УДМ-2, на котором с помощью переходного кронштейна устанавливалось устройство для ротационного резания.

Зависимости составляющих силы резания P_z и P_y от соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки при обработке принудительно вращающимся инструментом в ряде случаев имеют немонотонный характер (рис. 1). На графиках можно выделить три интервала значений v_τ/v , отличающихся характером изменения составляющих силы резания: при увеличении соотношения v_τ/v от 0 до 0,2 составляющие P_z и P_y возрастают, а при увеличении v_τ/v от 0,2 до 0,6 – интенсивно уменьшаются, и при $v_\tau/v = 0,6 \dots 1,4$ интенсивность падения кривых графика становится меньше, чем в предыдущем интервале.

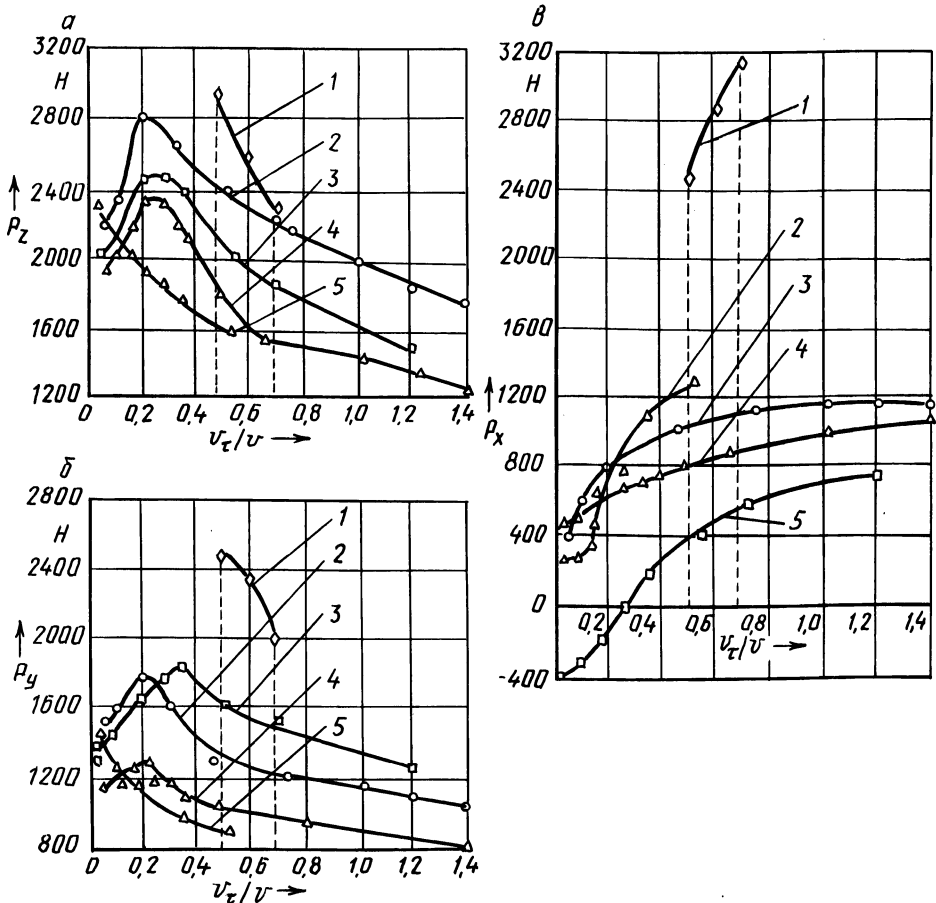


Рис. 1. Зависимость составляющих силы резания от соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки при обработке инструментом:

1 – самовращающимся; 2 – принудительно вращающимся с однонаправленными \bar{v}_τ и \bar{v}_s (v_s – вектор скорости движения подачи); 3 – то же, с разнонаправленными \bar{v}_τ и \bar{v}_s ; 4 – то же, с однонаправленными \bar{v}_τ и \bar{v}_s с прерывистой режущей кромкой; 5 – то же, $\bar{v} = 0,5$ м/с

Такой сложный характер зависимостей объясняется изменением коэффициента трения между инструментом и материалом заготовки, а также геометрии режущей части инструмента при возрастании скорости резания. В интервале значений $v_\tau/v = 0...0,2$ на инструменте образуется нарост, который значительно меняет его геометрию: увеличивает передний угол до $25...65^\circ$ и уменьшает задний до $3...5^\circ$. Наряду с этим увеличивается коэффициент трения, что в совокупности с измененной геометрией инструмента приводит к увеличению значений составляющих силы резания P_z и P_y . При увеличении скорости вращения инструмента ($v_\tau/v = 0,2...0,6$) нарост исчезает, коэффициент трения уменьшается и значения составляющих P_z и P_y также уменьшаются. При даль-

нейшем возрастании скорости вращения инструмента ($v_r/v = 0,6...1,4$) уменьшение значений P_z и P_y , связано главным образом с увеличением переднего угла и угла наклона режущей кромки за счет вращения инструмента.

Зависимость составляющей P_x от соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки носит иной характер, чем составляющих P_z и P_y . С возрастанием соотношения v_r/v значения P_x все время увеличиваются, причем этот рост наиболее интенсивен в интервале небольших значений $v_r/v = 0...0,6$, а затем составляющая силы резания P_x практически мало изменяется (см. рис. 1, в).

Характер изменения составляющих силы резания P_z , P_y и P_x от соотношения v_r/v для рассматриваемых видов ротационного резания принудительно вращающимся инструментом одинаков (см. рис. 1). Для самовращающегося инструмента, в отличие от принудительно вращающегося, изменение соотношения скоростей вращения инструмента и заготовки достигалось при наклоне оси вращения инструмента на угол ω . Как видно из графиков, значения составляющих силы резания выше для самовращающегося инструмента, причем для P_y и P_x эти отличия наиболее существенны. Увеличению силы в этом случае способствует поворот оси инструмента на угол ω , который в свою очередь приводит к значительной трансформации геометрии режущей части инструмента.

В диапазоне низких скоростей главного движения ($v \leq 0,2$ м/с) и отношений скоростей вращения инструмента и заготовки $v_r/v \leq 0,2$ значения P_z и P_y могут быть больше в случае обработки с однонаправленными векторами скоростей вращения инструмента и движения подачи, а при $v > 0,2$ м/с и $v_r/v > 0,2$ — с разнонаправленными (см. рис. 1, а, б). Значения P_x при резании с разнонаправленными векторами скоростей меньше, чем при других видах ротационной обработки и могут быть при определенных соотношениях скоростей вращения инструмента и заготовки (в рассматриваемом случае при $v_r/v > 0,25$) отрицательными. Следовательно, при обработке с разнонаправленными векторами скоростей вращения инструмента и движения подачи при небольших скорости главного движения и соотношении v_r/v сила резания уменьшается. Однако при направлении P_x в сторону шпинделя станка в случае больших значений подачи возможно самозатягивание инструмента и поломка пары винт—гайка механизма продольной подачи станка.

При резании прерывистой кромкой составляющие силы резания снижаются по сравнению с резанием инструментом с непрерывной кромкой (см. рис. 1), что обусловлено уменьшением суммарной длины режущих кромок. Причем увеличение числа режущих кромок с $z = 4$ до $z = 16$ приводит к снижению значения P_z в 1,5 раза при почти неизменных значениях P_y и P_x .

С увеличением скорости главного движения v не изменяется характер зависимостей составляющих силы резания от v_r/v , а лишь сдвигается максимум значений P_z и P_y в сторону меньших соотношений v_r/v , а также повышается интенсивность возрастания P_x . Объясняется это тем, что при больших значениях v коэффициент трения становится меньше и нарост образуется при меньших v_r/v . В случае неизменных значений соотношений v_r/v с увеличением скорости главного движения составляющие силы резания имеют максимальные значения при $v \leq 0,2$ м/с (рис. 2). Рост и падение составляющих силы резания принудительно вращающимся инструментом не носит такого ярко выра-

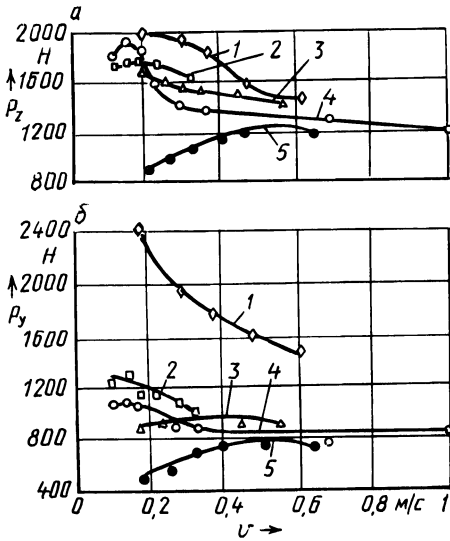


Рис. 2. Зависимость составляющих силы резания от скорости главного движения при обработке инструментом:
 а, б — 1 — самовращающимся; 2 — принудительно вращающимся с разнонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S ; 3 — то же, с однонаправленными \bar{v}_T^J и \bar{v}_S и прерывистой режущей кромкой; 4^S — то же, с однонаправленными \bar{v}_T и \bar{v}_S и непрерывной режущей кромкой; 5^S — невращающимся

женного характера, как при изменении соотношения v_T/v , а P_x при разнонаправленных векторах скорости вращения инструмента и движения подачи вообще равна нулю. При резании самовращающимся инструментом, наоборот, увеличение скорости главного движения приводит к интенсивному уменьшению составляющих силы резания. Для невращающегося инструмента характер зависимостей силы резания от скорости главного движения другой: с увеличением v составляющие силы резания вначале (при $v \leq 0,4$ м/с) растут интенсивно, а затем их рост замедляется (см. рис. 2).

Зависимости составляющих силы резания P_z , P_y , P_x от глубины резания и подачи имеют для всех рассматриваемых видов обработки линейный характер, их значения с увеличением глубины резания и подачи возрастают.

Таким образом, проведенные экспериментальные исследования составляющих силы резания позволяют сделать следующие выводы.

1. Зависимости составляющих силы резания от элементов режима резания для различных видов ротационной обработки по своему характеру идентичны и вполне согласуются с аналогичными зависимостями при традиционных способах обработки резанием.

2. Существует возможность регулирования значений составляющих силы резания путем изменения соотношения скоростей v_T/v и направления вращения инструмента при обработке принудительно вращающимся инструментом, что позволяет оптимизировать процесс резания.

3. Применение принудительного вращения инструмента с углом установки $\omega = 90^\circ$ способствует снижению силы резания по сравнению с обработкой самовращающимся инструментом, а в определенном диапазоне соотношений $v_T/v \geq 1$ — по сравнению с невращающимся инструментом. Прерывистость режущей кромки принудительно вращающегося инструмента является эффективным средством снижения силы резания по сравнению с другими видами ротационной обработки.

ЛИТЕРАТУРА

1. Новоселов Ю.А., Попок Н.Н. Прерывистое резание с переменным сечением срезаемого слоя (фрезоточение) // Машиностроение. – Минск, 1979. – Вып. 3. – С. 129–132.

УДК 621.923

Е.С.ЯЦУРА, канд.техн.наук (БПИ),
Г.В.ТИЛИГУЗОВ, канд.техн.наук,
И.А.КИРПИЧЕНКО (ИНДМАШ АН БССР),
М.П.ЛОБКОВА (БПИ)

ОБОСНОВАНИЕ УСЛОВИЙ ПРАВКИ ШЛИФОВАЛЬНОГО КРУГА

Точность функционирования станочной системы при шлифовании определяется уровнем относительных колебаний формообразующих узлов станка. В этом случае динамическая система СПИД может рассматриваться как замкнутая преобразующая, в зоне резания которой возбуждается переменная нагрузка. Эта нагрузка обусловлена множеством факторов (непостоянством скоростей перемещения исполнительных органов, неравномерностью припуска под обработку, неоднородностью свойств обрабатываемого материала и абразивного инструмента и т. д.) и может быть представлена в виде случайного процесса $F(t)$. Последний в свою очередь вызывает колебательный процесс $y(t)$ формообразующих узлов. Качество анализируемой станочной системы, а следовательно, и точность обрабатываемых на ней изделий будут определяться тем, насколько ее конструктивное решение обеспечивает компенсацию погрешностей перемещения формообразующих узлов, обусловленных различными возмущающими воздействиями.

Результаты проведенных исследований [1] динамики процесса плоского шлифования периферией круга показали, что качество обработанных поверхностей изделий в значительной мере определяется уровнем и характером относительных колебаний формообразующих узлов станка. Помимо того, процессу шлифования абразивным кругом присуща особенность, состоящая в необходимости периодического проведения правки режущего инструмента, который в этом случае является обрабатываемым изделием. В процессе правки шлифовальный круг приобретает форму, которая благодаря постоянному понижению линии его контакта с обрабатываемой деталью должна способствовать снижению относительных колебаний формообразующих узлов станка. Однако на практике указанное явление не наблюдается, что свидетельствует о неадекватности соответствующих динамических состояний системы СПИД при правке и в процессе шлифования.

Схемы динамической системы станка при плоском шлифовании периферией круга в различных режимах приведены на рис. 1. Рассматривается случай, когда процесс шлифования характеризуется параметрами жесткости и демпфирования; внешняя нагрузка представлена случайным процессом $F(t) = F \sin \omega t$ с угловой частотой ω , совпадающей с частотой вращения шпинделя; жесткость c и демпфирование h эквивалентной упругой системы СПИД в