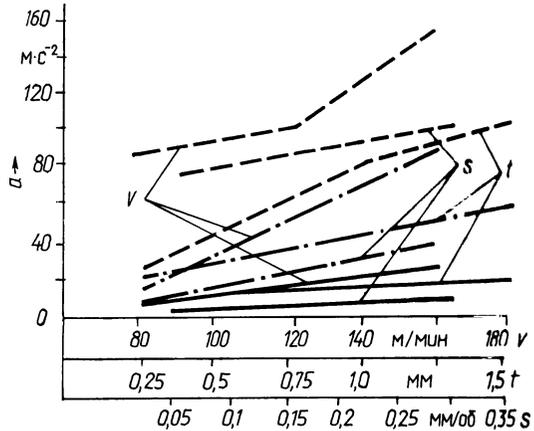


Рис. 1. Изменение уровня вибраций a при обработке валов из стали 45 в зависимости от: скорости обработки v (при $s = 0,1$ мм/об и $t = 1$ мм); подачи s (при $v = 100$ м/мин и $t = 1$ мм); глубины обработки t (при $v = 100$ м/мин и $s = 0,1$ мм/об)



бинированного ротационного инструмента (на рисунке эти зависимости показаны соответственно пунктирными, штрихпунктирными и сплошными линиями). Характер этих зависимостей при обработке валов из сталей 45 и 20 аналогичен, но для стали 20 значения уровней вибраций инструмента всех типов меньше, что объясняется, очевидно, повышенной пластичностью ("вибропоглощением") данного материала и меньшими усилиями, требуемыми на его обработку.

Однако при всех исследованных режимах чистовой обработки валов характерно существенное снижение уровня вибраций чашечного резца по сравнению с проходным (в 2–3 раза), и в еще большей степени заметно снижение уровней вибраций при работе комбинированного инструмента (в 4–6 раз), когда деформирующий шар производит ППД детали.

Последнее обстоятельство можно объяснить, по-видимому, тем, что деформирующий шар в комбинированном ротационном инструменте выполняет роль динамического виброгасителя трения, принцип действия которого основан на рассеивании энергии колебаний системы СПИД.

УДК 621.923

В.И.ПРИБЫЛЬСКИЙ, канд. техн. наук,
Г.В.ТИЛИГУЗОВ, канд. техн. наук (ИНДМАШ АН БССР),
Е.С.ЯЦУРА, канд. техн. наук (БПИ)

ДИНАМИКА ПРОЦЕССА ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ПЕРИФЕРИЕЙ КРУГА

При рассмотрении динамики плоского шлифования была поставлена задача описать этот процесс при работе периферией круга в реальных условиях обработки математической моделью в виде системы регрессионных зависимостей. Предполагалось, что независимый вход и его место приложе-

ния неизвестны, но зависят от условий шлифования (скорости и глубины резания, продольной подачи, применения СОЖ и т.д.) .

Методики проведения экспериментального исследования и обработки данных приведены в работе [1]. Условия эксперимента охватывали достаточно широкий режимный диапазон: скорость шлифования 18...30 м/с, продольная подача 1...9 м/мин, глубина резания 5...60 мкм. В ходе исследований необходимо было установить количественную взаимосвязь динамической системы СПИД непосредственно с процессом плоского шлифования, учитывая, что его параметры меняются вследствие колебаний формообразующих узлов станка, а также выявить закономерности изменения мгновенных характеристик процесса резания. Уровень и характер колебаний формообразующих узлов станка и сил резания оценивались с помощью величин дисперсий D_y и D_p соответствующих колебаний и их спектральных плотностей.

В табл. 1 в виде многофакторных регрессионных зависимостей приведены результаты обработки полученных экспериментальных данных. Как видно из приведенных сведений, с увеличением скорости шлифования v за счет повышения частоты n вращения шпинделя уменьшается вертикальная составляющая P_v силы резания P и увеличивается ее горизонтальная составляющая P_r , следовательно, изменяется и направление суммарной силы резания. В результате изменяются параметры эквивалентной упругой системы (ЭУС) и возрастает дисперсия относительных колебаний формообразующих узлов станка (см. табл. 1). С увеличением скорости шлифования за счет изменения диаметра круга (при $n = \text{const}$) составляющая силы P_v уменьшается, изменяются параметры ЭУС и снижается дисперсия. Влияние скорости v на параметры собственно процесса шлифования незначительно: связь дисперсии D_p со скоростью статистически незначима, так как взаимовлияние осуществляется через относительные колебания формообразующих узлов станка и статические составляющие силы резания P_r и P_v .

С увеличением продольной подачи $s_{\text{пр}}$ возрастают статические составляющие силы резания, что должно приводить к повышению дисперсии. Однако одновременно происходит сокращение сдвига фаз между относительными колебаниями формообразующих узлов станка и колебаниями мгновенных характеристик процесса шлифования, что должно обуславливать уменьшение дисперсии. Относительно малые значения коэффициентов регрессии при факторе $s_{\text{пр}}$ (см. табл. 1) вызваны в данном случае тем, что степень влияния этого фактора как через статические составляющие силы резания, так и через ее динамическую составляющую примерно одинакова. Аналогичные закономерности выявлены при установлении зависимости некруглости деталей от частоты их вращения на круглошлифовальных бесцентровых станках.

При шлифовании образцов из стали P18 с увеличением $s_{\text{пр}}$ уменьшается дисперсия на всех частотах спектра, а при частоте 215 Гц она увеличивается, что вызывается одновременным увеличением статических составляющих силы резания. В общем случае увеличение подачи $s_{\text{пр}}$ приводит к повышению дисперсии, однако вследствие взаимосвязи факторов режима шлифования роль каждого из них в отдельности сглаживается, и доминирующим по влиянию становится запаздывание динамических составляющих сил резания.

Увеличение глубины шлифования t вызывает (см. табл. 1) увеличение статических составляющих силы резания. В результате должна повышаться

Параметр динамической системы	Условия проведения операции		Коэффициент уравнения регрессии при факторе				
	частота вращения шпинделя n , 1/мин	материал детали	a_0	$a_{сож}$	v , м/с	$s_{пр}$, м/мин	t , мкм
D_p	3150	Сталь У10А	-525	342	-	-	-
P_B	"	"	131	-	-	1,09	1,64
P_G	"	"	68,4	-	-	3,54	0,577
P	"	"	146	-	-	3,37	1,68
D_p	2240	"	45,7	-	-2,09	-	-
P_B	"	"	301	-	-15,2	2	1,59
P_G	"	"	69,6	-	-3,5	1,5	0,72
P	"	"	307	-	-15,5	2,4	1,7
D	Без учета	Сталь P18	1,24	-	4,21	-	1,29
P_B	"	"	5,41	-	-	2,93	1,88
P_G	"	"	1,94	-	1,07	-	0,789
P	"	"	6,19	-	-	-	2,05
D_p	"	Без учета материала детали	49	250	0,46	-	-
D	"	"	0,46	11,8	1,8	-1,12	-
P_B	"	"	7,7	-	-0,7	4,03	1,59
P_G	"	"	0,43	-	-	2,3	0,63
P	"	"	6,4	-	-0,4	4,9	1,68

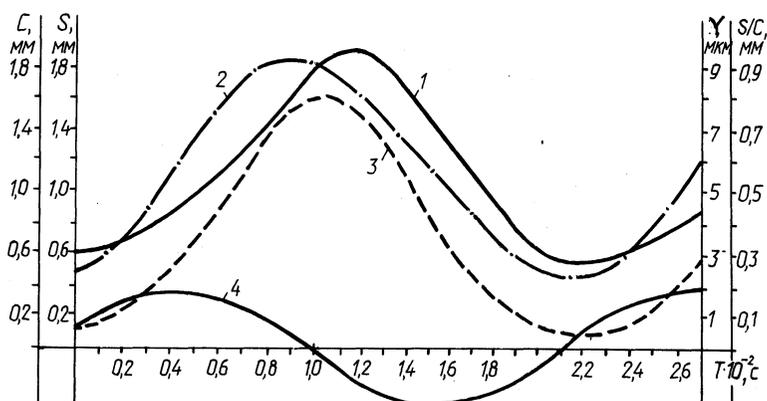


Рис. 1. Закономерности изменения мгновенных характеристик процесса плоского шлифования периферией круга:

1 — длина дуги контакта абразивного круга и обрабатываемой детали C ; 2 — толщина сечения срезаемого слоя S/C ; 3 — площадь сечения срезаемого слоя S ; 4 — величина смещения оси шлифовального круга относительно обрабатываемой детали Y

дисперсия относительных колебаний формообразующих узлов станка, но этого не наблюдается. Данное явление обусловлено тем, что с ростом t увеличиваются постоянные составляющие характеристик процесса шлифования (мгновенная длина дуги контакта, мгновенные толщина и площадь сечения снимаемого слоя) и, следовательно, изменяются параметры динамической системы процесса шлифования (ее упругость и демпфирование).

Значение динамической составляющей силы резания D_p практически не зависит от глубины шлифования. Лишь на отдельных частотах просматривается незначительная связь. Это объясняется тем, что одновременно с глубиной резания изменяются соответствующим образом и характеристики процесса, вызывая равнозначное снижение величины D_p .

Использование при обработке СОЖ приводит к увеличению дисперсии колебаний сил резания и уровня относительных колебаний формообразующих узлов станка, так как в этом случае изменяются динамические характеристики процесса шлифования за счет влияния СОЖ на закономерности разрушения и упругопластических деформаций шлифуемого материала.

На рис.1 приведены полученные расчетным путем для наиболее типичных условий обработки кривые изменения мгновенных характеристик процесса шлифования и процесс колебаний оси абразивного круга относительно обрабатываемой детали. Как видно из рисунка, кривые изменения мгновенных характеристик процесса резания имеют негармонический характер при гармонических колебаниях оси круга относительно обрабатываемой детали, что должно приводить к появлению колебаний сил резания с частотами, отличными от частот возбуждения колебаний. Кроме того, экстремумы мгновенных значений элементов срезаемого слоя сдвинуты во времени по отношению к относительным колебаниям формообразующих узлов, чем обуславливается увеличение уровня их относительных колебаний. Следовательно, факторы, которые увеличивают петлю огибающей семейства дуг образующей шлифовального круга, обеспечивают и сдвиг колебаний сил резания по отношению к колебаниям формообразующих узлов станка. Этим и объясняется характер зависимостей уровня колебаний от величины подачи $s_{пр}$. Повышение подачи ведет к возрастанию силы резания, и уровень колебаний должен увеличиваться, в то же время происходит уменьшение петли огибающей, что приводит к снижению их уровня.

Аналогично объясняется зависимость уровня колебаний станочных узлов от глубины шлифования. Рост t вызывает увеличение силы резания, но и увеличивает дугу контакта абразивного круга с обрабатываемой деталью, что приводит к повышению демпфирования системы и снижению колебаний формообразующих узлов станка.

Таким образом, анализ полученных зависимостей, описывающих динамику процесса плоского шлифования периферией круга, показал, что условия шлифования (режим обработки, применение СОЖ) оказывают влияние на уровень колебаний формообразующих узлов станка преимущественно через параметры эквивалентной упругой системы станка путем изменения величины и направления статической составляющей силы резания. Динамическая составляющая ее зависит от относительных колебаний формообразующих узлов станка, применения СОЖ и, в меньшей мере, от скорости шлифования, что

подтверждает их влияние на характеристики динамического процесса разрушения шлифуемого материала.

Итак, получена модель динамики процесса плоского шлифования периферией круга в виде системы многофакторных регрессионных зависимостей. Данная модель устанавливает количественную взаимосвязь параметров динамической системы СПИД и непосредственно характеристик процесса плоского шлифования периферией круга, что дает возможность назначать обоснованные требования к условиям проведения операции обработки деталей машин при заданных требованиях к качеству их рабочих поверхностей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Прибыльский В.И., Яцура Е.С., Тилигузов Г.В. Исследование влияния динамических характеристик СПИД на формирование геометрии поверхности при шлифовании. — В кн.: Машиностроение. Минск, 1983, № 8, с. 29—33.

УДК 621.951

Э.М.ДЕЧКО, канд. техн. наук (Республиканский
межотраслевой ИПК руководящих работников
и специалистов отраслей народного хозяйства)

МЕТОДИКА АНАЛИЗА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МИКРОТВЕРДОСТИ В ЗОНЕ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ (С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭВМ)

Для исследования напряженно-деформированного состояния зоны резания, которая характеризуется весьма малыми размерами и большим градиентом изменения напряжений, применяются различные методы, основанные на использовании длительных сеток, оптически активных материалов, на измерении микротвердости и др.

Эти методы отличаются значительной трудоемкостью и сложностью. Например, при нанесении сеток на образцы (в связи с анизотропностью материалов) необходимо обеспечить базу ячеек в пределах 0,05...0,1 мм. При нанесении сеток алмазной иглой глубина канавки должна быть не менее 0,05 мм, чтобы исключить влияние образующихся при деформации микронеровностей поверхности на последующие результаты измерений. При напылении сеток следует учесть их контрастность и прочность соединения с образцом и т.д.

Для изучения характера переходной зоны при сверлении сталей шнековыми сверлами с трапецеидальной заточкой передней поверхности, распределения деформаций по сечению стружки нами разработана методика получения линий равной микротвердости, изосклер, путем группировки и последующей обработки на ЭВМ значений микротвердости.

Корни стружек при сверлении на различных скоростях резания получали при мгновенной остановке процесса резания на специальном приспособлении. Затем они фиксировались эпоксидной смолой и разрезались на несколько частей таким образом, чтобы срезы проходили в зоне контакта образца с перемычкой и около уголка сверла. Далее поверхности среза полировались и на них наносилась сетка отпечатков микротвердости с шагом 0,03...0,05 мкм.