

ния упругих отжатий иглы, что обуславливает снижение параметров микропрофиля единичного среза. Изменение коэффициента стружкообразования (табл. 1) обусловлено изменением интенсивности пластического деформирования при микрорезании.

Увеличение вылета иглы приводит к снижению параметров микропрофиля единичного среза в связи с повышением упругих отжатий иглы.

Таким образом, установлены основные зависимости формирования микропрофиля единичного среза. Это дает возможность более целенаправленно подходить к формированию качества обработанной поверхности при иглофрезеровании.

ЛИТЕРАТУРА

1. Богомолов Н.И. Исследование деформации металла при абразивных процессах под действием единичного зерна / Тр. ВНИИАШ. — Л.: Машиностроение, 1968. — №7. — С. 74–87.
2. Мартынов А.Н. Основы метода обработки деталей свободным абразивом, уплотненным инерционными силами. — Саратов: Изд-во СГУ, 1981. — 212 с.

УДК 621.923

И.А. КИРПИЧЕНКО, Г.В. ТИЛИГУЗОВ,
Е.С. ЯЦУРА, М.П. ЛОБКОВА

УПРАВЛЕНИЕ ПРОЦЕССОМ ПРЕЦИЗИОННОГО ПЛОСКОГО ШЛИФОВАНИЯ ПО ДИНАМИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

Характер полигармонических колебаний определяет качество обрабатываемых поверхностей деталей машин. Анализ многофакторных регрессионных зависимостей [1], описывающих взаимосвязь мгновенных характеристик процесса плоского шлифования деталей периферией круга и параметров системы СПИД, подтвердил предполагаемую независимость динамического состояния станочной системы от режима обработки на заключительных проходах выполняемой операции, что затрудняет управление точностью прошлифованных поверхностей за счет варьирования значений элементов режима. Данное обстоятельство обуславливает необходимость коррекции детерминированного спектра колебаний формообразующих узлов на заключительных проходах прецизионного шлифования.

Мгновенное сечение снимаемого слоя при шлифовании определяется [2] отношением объема металла, снимаемого за определенный промежуток времени, к фактической площади поверхности, шлифуемой за это же время. В соответствии со схемой, приведенной на рис. 1, объем металла Q_k , снимаемого за промежуток времени τ при радиусе шлифовального круга R , продольной подаче $S_{пр}$ и глубине резания t с учетом виброскорости v_a относительных колебаний линии контакта круга с деталью в направлении оси OY , будет равен произведению площади фигуры $ABCD$ и поперечной подачи S :

$$Q_k = [t + R \left(\frac{1}{\sqrt{1 + (v_a/S_{пр})^2}} - 1 \right)] S_{пр} S \tau. \quad (1)$$

При отсутствии каких-либо возмущающих воздействий, вызывающих колебания линии контакта абразивного круга и детали, выражение для расчета объема снимаемого металла Q_H за тот же промежуток времени τ будет иметь вид

$$Q_H = tS_{пр}S\tau \quad (2)$$

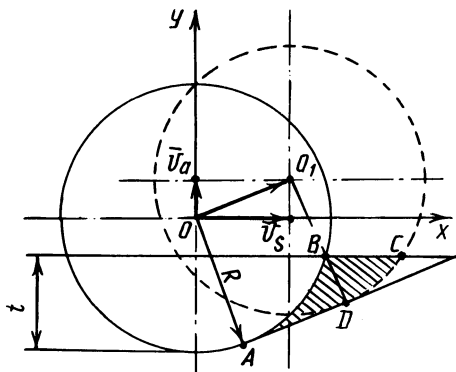


Рис. 1. Схема съема металла при плоском шлифовании периферией круга

Как следует из сопоставления правых частей выражений (1) и (2), колебания системы СПИД приводят к непостоянству объема снимаемого металла, т. е. к невыполнению на заключительном этапе шлифования условия

$$Q_K = Q_H = \text{const.} \quad (3)$$

Выполнение данного условия может быть обеспечено за счет варьирования $S_{пр}$, которую можно представить в виде суммы постоянной $S_{пр}$ и переменной $\Delta S_{пр}$ (регулируемой) составляющих. Тогда с учетом выбранного регулируемого параметра выражение (1) может быть представлено в виде

$$Q_K = [t + R \left(\frac{1}{\left[1 + \left(\frac{v_a}{S_{пр} + \Delta S_{пр}}\right)^2\right]^{1/2}} - 1 \right)] (S_{пр} + \Delta S_{пр}) S \tau. \quad (4)$$

После подстановки выражений (2) и (4) в равенство (3) и последующих преобразований получается следующая зависимость для расчета приращения продольной подачи $\Delta S_{пр}$, обеспечивающей постоянство объема снимаемого металла на финишных проходах плоского шлифования периферией круга:

$$\Delta S_{пр} = 0,5v_a^2 R / (tS_{пр}). \quad (5)$$

Экспериментальная проверка эффективности и целесообразности промышленного использования предлагаемого метода управления процессом осу-

ществлялась при однопроходном шлифовании образцов из закаленной стали 45 на станке мод. ЗЕ711Е. Условия проверки охватывали весь диапазон режима обработки на станках указанной модели. Информация об относительных колебаниях формообразующих узлов станка на заключительных проходах шлифования в аналоговой форме, получаемая с помощью оригинальных индуктивных преобразователей малых перемещений в комплексе с усилителем

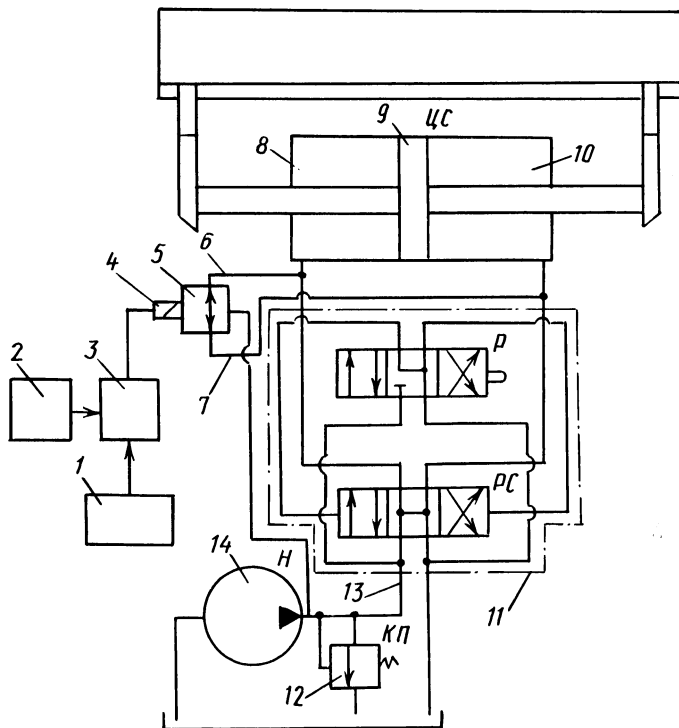


Рис. 2. Схема системы возбуждения колебаний продольных перемещений стола станка при плоском шлифовании

8АНЧ-7М, регистрировалась на шлейфовом осциллографе Н-117. Последующей процедурой обработки данных по каждой реализации случайного колебательного процесса предусматривалось преобразование информации из аналоговой формы в дискретную на полуавтоматическом преобразователе каротажных диаграмм мод. Ф001, согласование ее и ввод для спектрального анализа в ЭВМ ЕС 1035.

Расчет соответствующего приращения продольной подачи выполнялся для следующих значений величин, входящих в зависимость (5): $S_{пр} = 30$ м/мин, $t = 30$ мкм, $R = 125$ мм и $v_a = 28 \cdot 10^{-5}$ м/с. Приращение продольной подачи $\Delta S_{пр} = 33 \cdot 10^{-5}$ м/с обеспечивалось с помощью системы возбуждения колебаний продольного перемещения (рис. 2).

Подводная магистраль 6 электрогидравлического усилителя 5 типа УЭГ.Г-32 связана с полостью 8 приводного гидроцилиндра 9 стола станка. Сливная магистраль 7 соединена с полостью 10 гидроцилиндра, поэтому в периоды попутного шлифования деталей полость 8 гидроцилиндра является напорной, а полость 10 – сливной.

Управление электрогидравлическим усилителем 5 осуществляется по магистрали 13, связывающей насосную установку 14 станка с его гидрпанелью подачи 11. Давление в сети управления зависит от настройки переливного клапана 12 гидросистемы. Подача синусоидальных сигналов управления на электромеханический преобразователь 4 усилителя 5 осуществляется с помощью генератора колебаний 2 типа Г5-26, связанного с одним из входов усилителя 3 типа УН-М-2. Другой вход усилителя для обеспечения непрерывного дросселирования масла через золотник электрогидравлического усилителя 5 связан с источником тока 1, подающим сигнал постоянного уровня на электромеханический преобразователь 4. Закон изменения скорости продольного перемещения стола станка с обрабатываемым изделием соблюдается за счет изменения расхода масла в полостях 8 и 10 гидроцилиндра 9 привода стола станка, обеспечиваемого золотником усилителя 5.

Как показали результаты экспериментальной проверки, использование предлагаемого способа управления процессом обработки обеспечивает снижение дисперсии волны шлифованной поверхности в среднем в 1,4 раза. Полученные результаты хорошо согласуются с характером распределения дисперсий относительных колебаний формообразующих узлов на заключительных проходах шлифования (рис. 3). Значения составляющих дисперсий приведены в табл. 1.

Коррекция динамического состояния станочной системы обеспечивает снижение всех составляющих дисперсий относительных колебаний. Интенсивность снижения составляющих зависит от частоты колебаний. Так, на частоте

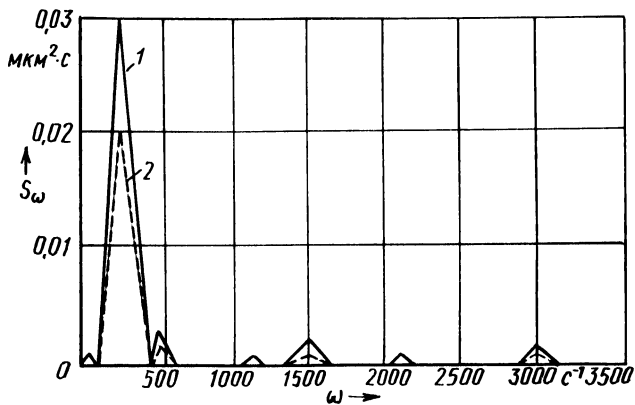


Рис. 3. Спектр относительных колебаний шпинделя и стола станка при $v = 30$ м/мин, $t = 30$ мкм, $R = 125$ мм, $v_a = 28 \cdot 10^{-5}$ м/с:

1 – обычное однопроходное плоское шлифование; 2 – шлифование с управлением динамическими характеристиками

Шлифование	Дисперсия колебаний, мкм^2 , при частоте (Гц)						
	19	44	76	170	240	333	480
Обычное плоское	0,003	0,699	0,01	0,005	0,057	0,004	0,02
С управлением динамическими характеристиками процесса	—	0,436	0,006	—	0,029	—	0,008

44 Гц (частота вращения шпинделя) наблюдается снижение дисперсии в 1,6 раза, а на частотах 240 Гц (первая форма изгибных колебаний шпинделя станка мод. ЗЕ711В) и 480 Гц (вторая форма изгибных колебаний шпинделя) — соответственно в 2 и 2,5 раза. Снижение доли высокочастотных составляющих (частоты от 150 до 500 Гц) в суммарном спектре относительных колебаний вызывает существенное уменьшение параметров шероховатости обработанных поверхностей, что обусловлено перераспределением силового, температурного и геометрических факторов в процессе шлифования с коррекцией динамического состояния станочной системы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Припыльский В.И., Яцура Е.С., Тилигузов Г.В. Исследование влияния динамических характеристик СПИД на формирование геометрии поверхности при шлифовании // Машиностроение. — Мн.: Выш. шк. 1983. — Вып. 8. — С. 29–33. 2. Михелькевич В.Н. Автоматическое управление шлифованием. — М.: Машиностроение, 1975. — 304 с.

УДК 621.924.93

В.А. СКРЯБИН, О.Ф. ПШЕНИЧНЫЙ

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА МИКРОРЕЗАНИЯ ПРИ ОБРАБОТКЕ ДЕТАЛЕЙ УПЛОТНЕННЫМ СЛОЕМ НЕЗАКРЕПЛЕННОГО АБРАЗИВА

Моделирование процесса отделения материала при обработке деталей уплотненным слоем незакрепленного абразива связано со значительными трудностями. Это в первую очередь определяется многообразием форм абразивных частиц, а также сложностью формы их поверхности. В первом приближении форма частиц абразива может быть принята в виде эллипсоида вращения, на поверхности которого в виде прерывистых кольцевых выступов располагаются микронеровности с имеющимися на них субмикронеровностями [1].

При обработке поверхностей детали незакрепленным абразивом зерно воздействует на ее поверхность своими микронеровностями. Условно на эллипсоидном пятне контакта (рис. 1) с размерами полуосей a_1 , c_1 имеется