

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

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА БЕСЦЕНТРОВОГО ШЛИФОВАНИЯ С ОСЦИЛЛИРУЮЩИМ ПЕРЕМЕЩЕНИЕМ ИЗДЕЛИЯ

Для повышения качества шлифованных деталей шлифовальному кругу сообщают осциллирующие перемещения. Однако наличие жесткой кинематической связи шпинделя с устройством, задающим осциллирующие перемещения, вызывает вынужденные колебания системы СПИД, а дополнительная степень свободы шпиндельного узла обуславливает снижение его геометрической точности и динамической жесткости. В результате в отдельных случаях точность обработки ухудшается.

Для устранения указанных недостатков предложен способ бесцентрового врезного шлифования, в соответствии с которым осциллирующие перемещения сообщаются обрабатываемому изделию (рис. 1). Осциллирующие перемещения обеспечиваются за счет: а) возвратно-поступательного движения, нежестко связанного с деталью штока гидроцилиндра; б) воздействия осевой составляющей силы резания F_x .

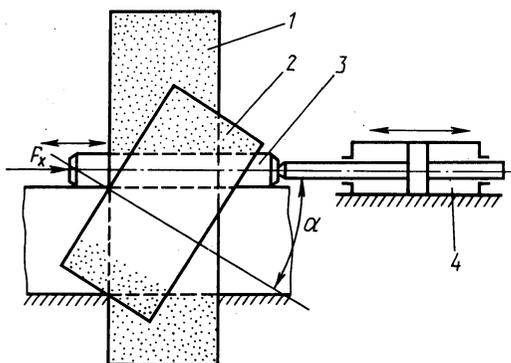


Рис. 1. Схема бесцентрового врезного шлифования с осциллирующим перемещением изделия: 1 — шлифовальный круг; 2 — ведущий круг; 3 — обрабатываемая деталь; 4 — гидроцилиндр выталкивателя

Исследования проводились на серийном круглошлифовальном бесцентровом станке мод. 3М182, оснащенном аппаратурой для регистрации параметров процесса шлифования. Использовались образцы диаметром 10 мм (сталь 45, НРС₃ 51,5...53), имеющие исходную некруглость 15...20 мкм и шероховатость $R_a = 2,5$ мкм. Обработка велась кругами 24А25СТ16К (шлифовальный) и 24А16СТ16В (ведущий) при оптимальных значениях наладочных параметров для станков данной модели (припуск 0,05 мм).

Шлифование отдельных партий заготовок производилось в соответствии с матрицей планирования полного четырехфакторного эксперимента. Рассматривались: показатели качества деталей — величина некруглости, мкм; шероховатость обработанной поверхности R_a , мкм (зависимые параметры);

Условия эксперимента

Режимный фактор	Интервал варьирования	Уровень фактора		
		нижний (-1)	основной (0)	верхний (+1)
s , мм/мин	1	0,5	1,5	2,5
T_B , с	3	4	7	10
$A_{осц}$, м	0,02	0,005	0,025	0,045
$f_{осц}$, Гц	0,9	0,2	1,1	2

а также режимные факторы — поперечная подача s , мм/мин; продолжительность выхаживания T_B , с; частота $f_{осц}$, Гц; амплитуда осцилляции $A_{осц}$, м (независимые параметры). Область изменения режимных факторов и интервалы их варьирования приведены в табл. 1. Для выявления допустимых значений частоты осциллирующего перемещения, а также изучения ее влияния

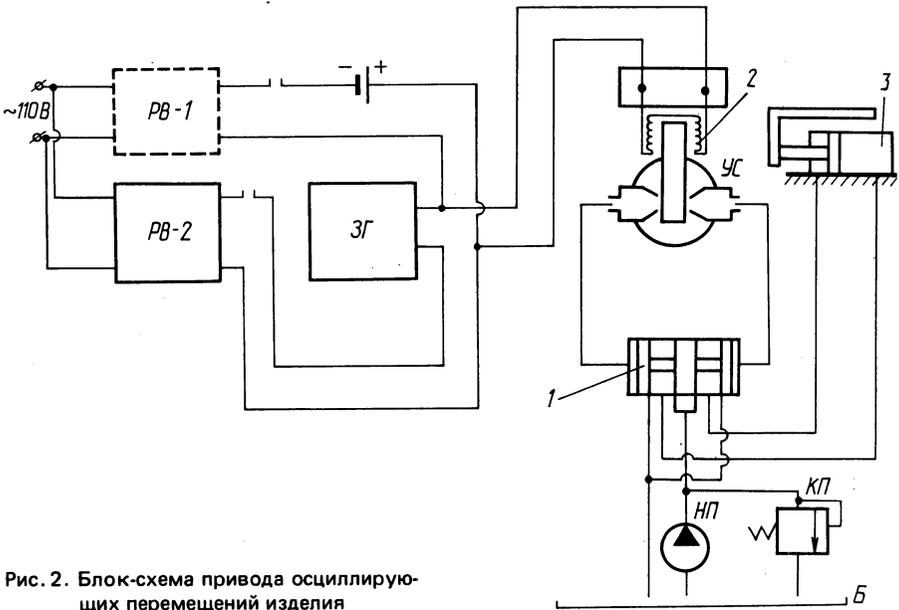


Рис. 2. Блок-схема привода осциллирующих перемещений изделия

на качество поверхностей деталей были проведены дополнительные исследования в диапазоне изменения данного фактора 0,5...50 Гц. Обработка отдельных партий деталей при этом проводилась на режимах, соответствующих центру эксперимента ($s = 1,5$ мм/мин; $T_B = 7$ с, $A_{осц} = 0,025$ м), с интервалом варьирования $\Delta f_{осц} = 5$ Гц.

Для осуществления осциллирующих перемещений изделия используется экспериментальный привод (рис. 2), который работает следующим образом. При включении цикла обработки детали на станке подключаются реле времени PB-1 и PB-2 (ВЛ17-2). В момент срабатывания PB-2, настроенного на начальный момент этапа выхаживания, от задающего генератора ЗГ (Г6-26) поступает сигнал на катушку 2 блока управления электрогидравлического уси-

лителя УС (УЭГ.Г–32). При этом в зависимости от полярности сигнала следящий золотник 1 поочередно подает масло в полости гидроцилиндра выталкивателя 3. Выталкиватель в этом случае совершает возвратно-поступательные перемещения с амплитудой, зависящей от величины поданного сигнала. Такое конструктивное исполнение привода обеспечивает диапазон регулирования частоты 0,01...100 Гц. После срабатывания РВ-1, с помощью которого осуществляется временное управление циклом обработки, шлифовальная бабка с кругом отводится от изделия. При этом сигнал от источника постоянного тока подается на катушку блока управления электрогидравлического усилителя. Золотник смещается, масло от гидростанции подается в штоковую полость гидроцилиндра выталкивателя. Деталь выталкивается, и цикл обработки завершается.

Реализация плана эксперимента позволила установить достоверные зависимости параметров качества шлифованных деталей от режимных факторов при схеме шлифования с осциллирующим перемещением изделия. Значения некруглости H_K определялись на круглографе „Талиронд“, значения шероховатости поверхностей – на профилографе мод. 201. Расчет коэффициентов по методу наименьших квадратов, оценка их значимости по St (критерию Стьюдента) и проверка адекватности искомых зависимостей по F (критерию Фишера при 5%-ном уровне значимости) осуществлялись на ЭВМ ЕС 1020 по программе обработки данных многофакторных экспериментов.

На основании полученных данных установлено, что наибольшее влияние на некруглость и шероховатость оказывает частота осцилляции. При шлифовании с частотой $f_{осц}$ в диапазоне 0,5...10 Гц выявлено снижение некруглости формы деталей до 2,5 раз по сравнению с обычной схемой обработки без осциллирующего перемещения. Это вызвано двумя причинами: более благоприятными условиями стружкообразования, свойственными процессу разнонаправленного резания, и изменением частотного спектра колебаний системы СПИД.

Как показали результаты проведенного спектрального анализа, с увеличением частоты $f_{осц}$ в станочной системе возрастает удельный вес колебаний в диапазоне 55...70 Гц, а амплитуда низкочастотной составляющей (32 Гц), соответствующей погрешностям формы типа огранки, снижается. В результате на деталях наблюдается некруглость сложного спектра с пониженной амплитудой, в которой проявляются гармоники 12...14 порядка.

На шлифованной поверхности при исследуемой схеме обработки образуется сетка, представляющая собой следы перекрещивающихся траекторий движения абразивных зерен.

С увеличением частоты осцилляции плотность ячеек возрастает. На боковых кромках царапин отчетливо наблюдаются наплывы пластически деформированного металла поверхностных слоев. При этом возникает наиболее благоприятный микрорельеф рабочих поверхностей деталей. Отдельные выступы на обработанной поверхности окружены канавками, удерживающими смазку. В результате существенно увеличивается ее насыщенность маслом, а следовательно, и износостойкость. Одновременно происходит уменьшение количества трещин и ожогов на обработанных поверхностях.

Установлено, что при шлифовании в диапазоне частот $f_{осц} = 0,5...1,5$ Гц наблюдается уменьшение шероховатости поверхностей деталей до 1,7 раза

(по сравнению со схемой обработки без осцилляции). Увеличение значений $f_{\text{осц}}$ в диапазоне 1,5...25 Гц приводит к увеличению значений Ra от 0,12 до 0,22 мкм. В диапазоне частоты 25...50 Гц шероховатость поверхностей деталей практически не изменяется.

Увеличение Ra в диапазоне значений $f_{\text{осц}} = 1,5...25$ Гц вызвано значительным ростом толщины снимаемой стружки при относительно малой степени пластической деформации поверхностных слоев металла.

Для исследуемой схемы обработки выявлено также существенное (на 20...30%) повышение стойкости шлифовального круга, вызванное как улучшением процесса самозаточивания при разнонаправленном резании, так и полным использованием и равномерным износом его периферии.

УДК 621.941.23

И.А.КАШТАЛЬЯН, канд. техн. наук (БПИ)

ШЕРОХОВАТОСТЬ ПОВЕРХНОСТЕЙ, ОБРАБОТАННЫХ С МОДУЛИРОВАННОЙ ПОДАЧЕЙ

Метод токарной обработки, который заключается в замене постоянной подачи переменной (модулированной), нашел применение при обработке деталей на токарных станках с числовым программным управлением.

На токарных станках с устройствами ЧПУ, построенными на базе микроЭВМ, модулирование подачи осуществляется по треугольному закону в координатах „подача — длина обработки“. Для этого управляющее устройство ступенчато увеличивает подачу от s_{min} до s_{max} , а затем также ступенчато снижает ее:

$$s_{\text{max}} = s_{\text{min}} + n\Delta s,$$

где s_{max} , s_{min} — наибольшая и наименьшая скорости подачи, мм/мин; n — количество набросов скорости подачи при ее изменении от s_{min} до s_{max} .

Длина обработки, соответствующая изменению подачи между ее предельными значениями, равна

$$L = n\Delta L,$$

где ΔL — длина обработки между набросами скорости подачи.

Процесс резания с модулированной подачей сопровождается рядом физических явлений, существенно отличающих его от обычного резания, что, естественно, ведет к изменению механизма действия практически всех факторов, оказывающих влияние на шероховатость поверхности. Поэтому задача оценки шероховатости поверхности, обработанной с модулированной подачей, весьма актуальна.

Влияние модулированной подачи на шероховатость поверхности исследовали при точении в патроне заготовок из стали 40ХН диаметром 70 мм и длиной 50 мм при частоте вращения шпинделя 500 об/мин, глубине резания 2 мм. Обработка велась подрезно-проходным резцом, оснащенным пластиной твердого сплава Т15К6. Для предотвращения влияния вылета консоли на шероховатость свободный конец заготовки поджимался вращающимся центром.