

УДК 621.952

Оргиян А.А. д.т.н. проф., Баланюк А.В, аспирант., Албакуш Аимен, аспирант
ОНПУ «Одесский национальный политехнический университет», г. Одесса, Украина.

ХАРАКТЕРИСТИКИ ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЙ И ПЕРЕМЕННОСТИ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ ОТДЕЛОЧНО-РАСТОЧНЫХ СТАНКОВ

Внешние воздействия на упругую систему станка при отсутствии резания являются источниками колебаний при холостом ходе, снижение уровня которых особенно важно для прецизионных отделочных станков. Достаточно низкий уровень колебаний при резании не может быть достигнут, если не обеспечен соответствующий уровень колебаний при холостом ходе станка. Исследования колебаний отделочно-расточных станков при холостом ходе и при резании выполнены при цеховых испытаниях [1].

Эксперименты проводились на отделочно-расточных станках моделей 2А715, 2706 и 2731. Измерялись колебания борштанг, корпусных деталей и электродвигателей при варьировании размеров борштанг и условий обработки. Распределению амплитуд a_{xx} изгибных колебаний борштанг в интервале 0,2...2 мкм соответствовало распределение амплитуд $a_{рез}$ колебаний при резании в интервале 0,2...5 мкм. Соотношение между $a_{рез}$ и a_{xx} зависит от размеров борштанг, состояния резцов, характеристик обрабатываемого материала и режима обработки.

Спектральный анализ колебаний борштанг, корпусных деталей и электродвигателей привел к выделению двух групп гармоник: низкочастотной (10...50 Гц) и высокочастотной (200...1000 Гц). Низкочастотные колебания развиваются преимущественно на частоте вращения ротора электродвигателя привода вращения. Низкочастотные колебания корпусных деталей развиваются в виде качательной формы на опорах станка и не проявляются в спектрах колебаний борштанг относительно технологических приспособлений. Наиболее интенсивная гармоника высокочастотных колебаний обнаруживается на собственной частоте изгибных колебаний борштанги. Источником высокочастотных колебаний борштанг являются, главным образом, возмущения в подшипниках опор шпинделя.

Связь колебаний неустойчивой формы, развивающейся при резании в системе шпиндель-борштанга, с колебаниями корпусных деталей оказывается весьма слабой (табл. 1): амплитуды колебаний корпусных деталей сохраняют значения, измеренные при холостом ходе, даже тогда, когда амплитуда колебаний борштанги при резании в 6-8 раз больше, чем при холостом ходе. Это позволяет рекомендовать оценку колебаний ОРС при холостом ходе по уровню колебаний борштанги в полосе частот, близких к собственной частоте шпинделя с борштангой.

Таблица 1

Сравнение колебаний узлов ОРС при холостом ходе и при резании

Место измерения колебаний	Колебания			
	При холостом ходе		При резании	
	амплитуда, мкм	частота, Гц	амплитуда, мкм	частота, Гц
Стол	0,1	250	0,1	250
Мостик	0,2	270	0,3	270
Головка	0,1	250	0,1	250
Борштанга	0,8	450	6,5	450

В экспериментах было получено распределение числа станков по интервалам значений амплитуды колебаний контрольной оправки и показано, что нормы точности ОРС класса В и требования к шероховатости обработанной поверхности $R_a \leq 0,5 \text{ мкм}$ выполняется, если амплитуда колебаний контрольной оправки не превосходит 1 мкм.

Известна способность подшипниковых опор шпинделя создавать периодические возмущения, которые связывают с частотами f_{uu} вращения шариков вокруг собственных осей, а также с частотами прохождения шариков относительно наружного f_n и внутреннего f_g колец [2]:

$$f_{uu} = 2 \cdot f \cdot d_c \cdot K_1 \cdot K_2 / d_{uu}, \quad f_n = f \cdot K_1 \cdot z, \quad f_g = f \cdot K_2 \cdot z, \quad K_1 = (d_c - d_{uu} \cos \beta) / 2d_c,$$

$$K_2 = (d - d_{uu} \cos \beta) / 2d_c$$

где f – частота вращения шпинделя; d_c – диаметр сепаратора; d_{uu} – диаметр шарика; β – угол контакта шарика с беговой дорожкой; z – число шариков.

Степень детерминированности колебаний шпинделя в значительной мере зависит от параметров упругой системы. Эта особенность динамических процессов обнаруживается при сравнении колебаний в условиях холостого вращения короткой ($l = 50 \text{ мм}$) и длиной ($l = 150 \text{ мм}$) борштанг одинакового диаметра ($d_1 = 25 \text{ мм}$). Для этих борштанг на рис.1 сопоставлены осциллограммы колебаний и соответствующие им автокорреляционные функции $K_{yy}(t)$ процесса. С уменьшение длины борштанги процесс приближается по своим характеристикам к недетерминированному. Таким образом, предельные возможности шпиндельного узла по точности обработки жесткими короткими борштангами связаны со случайными колебаниями в системе.

С целью изучения характера возмущений, возникающих в опорах качения шпинделя, были проведены измерения среднего уровня и спектра колебаний контрольной оправки при изменении скорости вращения шпинделя.

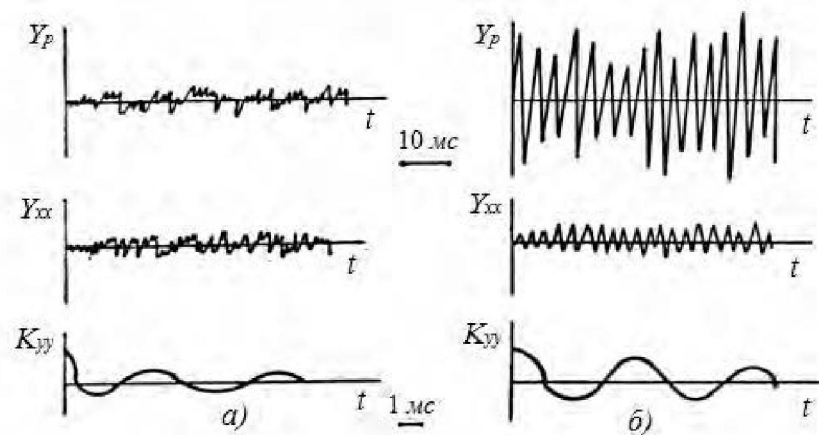


Рис. 1 Осциллограммы изгибных колебаний и соответствующие им автокорреляционные функции K_{yy} : Y_p – перемещение при резании; Y_{xx} – при холостом вращении; а- для короткой борштанги; б- для длинной борштанги

Результаты измерений радиальной жесткости шпиндельных узлов с диаметром шпинделя d 55 мм, 75 мм и 100 мм показывают случайный характер среднего значения жесткости узла, ориентации эллипса жесткости и величин его полуосей, а также отклонений от эллипса в отдельных направлениях. Так, для шпиндельных узлов с $d = 55 \text{ мм}$ среднее по

совокупности значение жесткости $\bar{c} = 12,5 \text{ МН/м}$, среднее квадратичное отклонение от которого $\sigma_c = 0,3 \text{ МН/м}$. Найдено также среднее значение разности максимальной и минимальной жесткости в зависимости от направления измерений $\overline{\Delta c} = \overline{c_{\max} - c_{\min}} = 2,3 \text{ МН/м}$, для которого $\sigma_{\Delta c} = 0,23 \text{ МН/м}$.

Зависимости характеристик колебаний от частоты вращения были получены при испытании двух групп шпиндельных узлов. Узлы первой группы были собраны на подшипниках 46111 класса точности 4, а второй- на подшипниках 46115 класса точности 2. Частота вращения изменялась от 1000 до 4000 об/мин. Средний уровень колебаний для узлов второй группы в два-три раза ниже, чем для первой.

Изменение уровня колебаний в зависимости от частоты вращения существенно не монотонно: в областях острых пиков уровень колебаний в несколько раз выше, чем при более высоких, но благоприятных значениях частоты вращения. С повышением качества подшипников немонотонность изменений уровня ослабляется. Для зон повышенного уровня колебаний характерно значительное расширение пределов случайных изменений измеряемого уровня. Выделение благоприятных зон значений частоты вращения можно рекомендовать при применении шпиндельных узлов на станках высших классов точности.

Литература

1. Линчевский П.А., Джугурян Т.П., Оргиян А.А. *Обработка* деталей на отделочно-расточных станках. – Киев: Техника, 2001. – 300 с.
2. Бейзельман Д. Д., Ципкин Б.В., Перель Л.Я. *Подшипники* качения: Справочник.- М.: Машиностроение, 1968.- 564 с.

УДК 681.7.022; 681.7.03; 681.7.062

Блощин М.С. к.т.н., ас., Сапура І.М. студ, Задорожний В.О. студ,
НТУУ «Київський політехнічний інститут», м. Київ, Україна

ОСОБЛИВОСТІ ЕЛЕКТРО-ХІМІКО-ІМПУЛЬСНОГО ПОЛІРУВАННЯ ПОВЕРХОНЬ МЕТАЛЕВИХ ДЗЕРКАЛ ЛАЗЕРНИХ СИСТЕМ

Останнім часом велика увага приділяється для забезпечення необхідних параметрів макро- та мікрогеометрії поверхні, стану поверхневого шару елементів лазерних дзеркал, виготовлених з міді та алюмінію з оптичними властивостями поверхні. Це пов'язано з необхідністю вирішення важливих науково-технічних та практичних задач по технологічному забезпеченню поверхонь лазерних дзеркал високою відбивальною здатністю при довжині хвилі 10,6 мкм. Як відомо, стан поверхонь після механічної обробки характеризується структурними змінами, наявністю окислів, адсорбованих шарів газів, залишків речовин робочого середовища від попередньої обробки.

На даний момент до традиційних методів отримання високої відбиваючої здатності лазерних дзеркал з різних матеріалів (мідь, алюміній та його сплави, молібден та інші) відноситься обробка різанням, як лезова - точіння різцями з природних алмазів, так й обробка вільними абразивами - полірування (доводка) з застосуванням смоляних полірувальників та технологічних середовищ, що містять алмазні мікро - та нано-порошки.

Крім методів механічної обробки для забезпечення високої відбиваючої здатності можливо використати електрохімічне або хімічне полірування, що дозволить створювати поверхневі шари з заданими характеристиками та структурою.

В умовах сучасного рівня розвитку машинобудування однією з основних проблем, що вирішуються на етапі виготовлення деталей різного призначення, є забезпечення стабільно високої якості оброблених поверхонь. Якість, надійність і довговічність виробів істотно