

ШЛИФОВАНИЕ ЖЕЛОБОВ КОЛЕЦ ШАРИКОПОДШИПНИКОВ С ЗАМЕДЛЕНИЕМ СКОРОСТИ ВРАЩЕНИЯ КРУГА

На основании анализа динамической системы шлифовальных станков было получено уравнение

$$R_B = \frac{2B \omega^2 r_{кр}}{m(\omega_c^2 - \omega^2)} \quad (1)$$

где R_B - высота волн на обработанной поверхности; B - дисбаланс шлифовального круга; $r_{кр}$ - радиус шлифовального круга; m - масса системы инструмента; ω - круговая частота возмущающей силы, вызванной дисбалансом; ω_c - собственная частота колебаний системы инструмента.

Из формулы (1) следует, что эффективным методом снижения высоты волнистости шлифованной поверхности является уменьшение скорости вращения круга. Этот путь является наиболее простым, не требующим сложной модернизации существующих станков. Чтоб не снижать производительность шлифования, следует притормаживать круг только на этапе выхаживания. Торможение приводит к уменьшению амплитуды и частоты возмущающей силы, а следовательно, и высоты волнистости. Волнистость при этом должна также снизиться из-за изменения соотношения скорости детали и круга и наложения волн.

Как указывается в работе [6], с уменьшением скорости резания падает температура резания и сила трения, что должно вызвать снижение шероховатости обработанной поверхности, так как большие силы трения обычно вызывают на поверхности детали надиры и наплывы. Шероховатость должна снизиться при этом и за счет падения интенсивности колебаний.

Подобные выводы содержатся в работе [3], однако здесь предлагается полностью прекращать вращение шлифовального круга на этапе выхаживания при внутреннем сферошлифовании на желобошлифовальном полуавтомате модели ЛЗ-8. Нам представляется нерациональным полностью останавливать шлифовальный круг, так как это технически трудно осуществить и может привести к неравномерному износу круга. Мы предлагаем снижать число оборотов круга примерно вдвое.

Предлагаемый цикл шлифования был проверен экспериментально на ГПЗ-11. Шлифовались желобки внутренних колец шарикоподшипников типа 312. Обработка производилась на автомате модели ЛЗ-192А методом врезания на неподвижных опорах с базированием по внутреннему диаметру. Цикл шлифования состоял из следующих этапов: врезание ($s_{\text{поп}} = 3,0$ мм/мин), черновое шлифование ($s_{\text{поп}} = 1,5$ мм/мин), чистовое шлифование ($s_{\text{поп}} = 0,3$ мм/мин) и выхаживание в течение 6 с. Использовался поп шлифовальный круг ПП 500x20x305 24А16СМ1К8, Число оборотов круга на этапах шлифования с подачей $n_{\text{кр}} = 1950$ об/мин ($v_{\text{кр}} \approx 50$ м/с). Число оборотов изделия $n_{\text{и}}^{\text{кр}} = 276$ об/мин ($v_{\text{и}} \approx 77$ м/мин).

Для осуществления торможения круга станок оснащался специальной несложной приставкой, состоящей из трансформатора, выпрямителя, реле включения торможения и реле времени торможения. После окончания чистового шлифования срабатывало реле включения торможения. При этом главный двигатель отключался от сети и в обмотку статора подавался постоянный ток. Поскольку ротор продолжал вращаться, в его обмотке индуцировался ток. В результате взаимодействия этого тока с неподвижным магнитным полем, создаваемым в статоре постоянным током, возникало торможение. Приставка позволяла снижать число оборотов шлифовального круга до 950 об/мин ($v_{\text{кр}} \approx 25$ м/с).

На автомате ЛЗ-192А не предусмотрено устройство для балансировки круга на станке, а статическая балансировка вне станка трудоемка. Поэтому на практике круги балансируются только перед установкой на станок. В процессе шлифования происходит нарушение балансировки. По этой причине обработка колец подшипников производилась по четырем вариантам: по заводскому и предложенному циклам тщательно сбалансированным кругом и по этим же циклам кругом с дисбалансом, возникшим в процессе шлифования.

Средние результаты измерения волнистости, гранности, овальности и шероховатости желобков колец сведены в табл. 1. Как видно, при шлифовании сбалансированным кругом по предложенному циклу высота волнистости снизилась на 14%, гранность и овальность практически не изменились. При шлифовании разбалансированным кругом высота волнистости уменьшилась на 32%, гранность - на 30%; овальность - почти в три раза. Во всех случаях при применении нового цикла шероховатость снизилась на один разряд.

Таблица 1. Результаты измерения параметров желобов колец шарикоподшипников

Круг	Циклы шлифования	Параметр			
		волнистость, мкм	гранность, мкм	овальность, мкм	шероховатость, класс
Сбалансированный	заводской предложенный	0,85	0,72	2,2	8а
		0,73	0,70	2,1	8б
Разбалансированный	заводской предложенный	1,53	1,7	9,0	7в
		1,03	1,2	3,1	8а

Уменьшение гранности и овальности колец можно объяснить следующим. В работах [1, 2, 4] установлено, что со снижением скорости шлифовального круга силы резания возрастают. Так, Е.Г. Коноваловым [1] получено увеличение силы P_z в 4,5 раза при изменении скорости от 34 до 27 м/с. Как указывает П.И. Ящерицын [5], шлифованию присуща тенденция к автоматическому исправлению исходных погрешностей формы обрабатываемых деталей. Когда в зоне резания находится участок с повышенным припуском, в системе СПИД создается повышенный натяг. Это вызывает возрастание интенсивности съема металла. Наоборот, при входе в зону резания участка детали с меньшим припуском соответственно уменьшаются натяг, количество режущих зерен и интенсивность съема металла. В результате форма поверхности детали приближается к правильной. Такой процесс будет протекать более эффективно при большем натяге, т.е. при более высоких силах резания.

Незначительное падение производительности шлифования при использовании предложенного цикла можно компенсировать увеличением черновой подачи.

Резюме. Снижение скорости вращения шлифовального круга на операции выхаживания с 50 до 25 м/с позволяет уменьшить величину волнистости, гранности, овальности и шероховатости беговых дорожек колец шарикоподшипников при обработке их на врезных автоматах.

Л и т е р а т у р а

1. Коновалов Е.Г. Основы новых способов металлообработки. Минск, 1961. 2. Наерман М.С., Попов С.А. Прецизионная обработка деталей алмазными и абразивными брусками. М., 1971. 3. Прилуцкий В.А. Исследование образования волнистости при шлифовании. Автореф. канд. дис. Куйбышев, 1970. 4. Шальнов В.А. Шлифование и полирование высоко-

прочных материалов. М., 1972. 5. Ящерицын П.И. Технологическая наследственность и эксплуатационные свойства шлифованных деталей. Минск, 1971. 6. Ящерицын П.И., Зайцев А.Г. Повышение качества шлифованных поверхностей и режущих свойств абразивно-алмазного инструмента. Минск, 1972.

УДК 65-752

О.В. Берестнев, канд.техн.наук,
В.М. Врублевский, С.К. Скороходов,
Е.С. Яцура, канд.техн.наук

НЕКОТОРЫЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ВИБРОАКТИВНОСТИ ЗУБЧАТЫХ ПЕРЕДАЧ

В настоящее время установлены причины вибраций и шума зубчатых колес и выявлены технологические факторы, играющие основную роль в их возникновении, а именно: кинематическая погрешность, различие в фактических размерах основных шагов у ведущего и ведомого колес, мгновенное изменение жесткости зубчатого зацепления при переходе от двухпарного зацепления зубьев к однопарному, погрешности профилей зубьев и некоторые другие.

Как известно, параметрами, характеризующими вибрацию, являются смещение, скорость, ускорение и частота. Поскольку значения смещения, скорости и ускорения взаимосвязаны посредством простых операций (дифференцирования и интегрирования), то можно измерять любой из этих параметров. Однако в настоящее время обычно определяют величину виброускорения, так как полезный частотный диапазон датчиков ускорения значительно шире по сравнению с датчиками скорости и смещения.

Уровень вибраций зависит от действующего, среднего и амплитудного значений виброускорений (m/s^2). В процессе экспериментов необходим контроль вибраций и шума, предусматривающий определение общего уровня и спектрального состава шума и вибраций, возникающих в процессе вращения во взаимном зацеплении проверяемого и образцового зубчатых колес.

Для исследования виброактивности зубчатых передач в Институте проблем надежности и долговечности машин (ИНДМАШ) АН БССР спроектированы и изготовлены испытательные стенды по разомкнутой динамометрической схеме. Стенды с разомкнутым контуром предпочтительнее стендов, вы-