

Условный средний диаметр  $d_e$  смеси частиц медной стружки также имеет максимум при  $n_c = 850$  об/мин.

Увеличение подачи от 0,07 до 0,195 мм/об при  $n_c = \text{const}$  приводит к некоторому нарастанию однородности фракционного состава стружки в пределах 3,8...4,0. При этом условный средний диаметр  $d_e$  сначала увеличивается до 4,5 при  $s = 0,15$  мм/об, а затем уменьшается.

Таким образом, в результате выполненного исследования изучен характер изменения фракционного состава стружки при сверлении меди в зависимости от режимов резания, получена формула (2), характеризующая зависимость суммарного массового выхода фракций медной стружки от их размеров, и показано, что параметры этой формулы  $m$  и  $d_e$  могут служить мерой количественной оценки однородности смеси частиц медной стружки по фракциям и условным средним размерам этой смеси.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Дечко Э.М., Коженкова Т.И., Юдовин Л.Г. Сверление отверстий в меди сверлами Вильнюсского завода сверл. — Материалы НТК. Вильнюс, 1967.
2. Дечко Э.М. Обработка отверстий в металлокерамических деталях. — Мн., 1965.
3. Статистические исследования фракционного состава стружки при глубоком сверлении чугуна / Ю.И. Титов, Э.М. Дечко, Н.И. Бохани и др. — В сб.: Автоматизация процессов сельскохозяйственного производства. Горки, 1977, вып. 28.
4. Вентцель Е.С. Теория вероятностей. — М., 1969.

УДК 621.822.6.004.58

Н.Т.МИНЧЕНЯ, В.А.ШАПАРЬ,  
А.В.ШОЛУХ, Е.С.ЯЦУРА

### УСТРОЙСТВО ДЛЯ ДИАГНОСТИКИ РАБОТОСПОСОБНОСТИ ПОДШИПНИКОВ КАЧЕНИЯ

Как показали результаты экспериментальных исследований [1,2], на кинематику подшипников качения существенное влияние оказывают качество сборки подшипникового узла, условия смазки, режим работы, степень изношенности элементов подшипников, температура и другие факторы. В каждом конкретном случае один или несколько из этих факторов становятся определяющими и оценка их влияния на работоспособность подшипников является важной практической задачей при разработке методов диагностики и прогнозирования надежности машин. Существующие методы диагностики (основанные на измерении темпера-

туры, омического сопротивления подшипника, виброактивности [1], обнаружении стружки в масле) не всегда дают возможность с достаточной точностью оценить степень утраты работоспособности конкретного подшипника.

В связи с этим представляют интерес устройства для контроля за работоспособностью подшипников качения по изменениям в кинематике последних. Для конкретного типа подшипника в требуемых режимах работы определяют номинальную величину отношения частот вращения сепаратора и вала, а затем контролируют изменения этого отношения в процессе эксплуатации подшипникового узла.

Блок-схема устройства для диагностики работоспособности подшипников представлена на рис. 1. В подшипниковый узел устанавливаются бесконтактные индуктивные преобразователи 1, 2 частоты вращения вала и сепаратора в электрические сигналы. При прохождении тела качения подшипника мимо чувствительной зоны преобразователя 2 на выходе последнего появляется импульс тока. Полученные импульсы, частота следования которых пропорциональна частоте вращения сепаратора, усиливаются с помощью усилителя 3 и подаются на вход формирователя 4. Частота следования импульсов, генерируемых формирователем 4, равна частоте входных сигналов, а амплитуда и длительность постоянны и выбираются в зависимости от диапазона рабочих скоростей контролируемого подшипника. Сформированные импульсы подаются на активный фильтр 5. Величина постоянного напряжения на его выходе пропорциональна частоте следования импульсов, т.е. частоте вращения сепаратора. Полученное напряжение усиливается с помощью усилителя постоянного тока (УПТ) 6 и подается на рамку логометра 8. Второй канал устройства работает аналогично, с тем только отличием, что преобразователь 1 реагирует на прохождение мимо его чувствительной зоны риски (углубления) на валу. Число таких рисков равно числу тел качения контролируемого подшипника. Таким образом, на одну рамку логометра подается напряжение, пропорциональное частоте вращения сепаратора, а на другую — частоте вращения внутреннего кольца (вала). Стрелка логометра показывает величину отношения частот вращения сепаратора и вала.

Градуировку шкалы производят следующим образом. На формирователь 12 подаются импульсы с определенной частотой следования (можно использовать генератор типа Г5-46), а на формирователь 4 — аналогичные импульсы, при этом изменяют частоту их следования в пределах 0,15...0,65 от значения частоты первых импульсов. Частоты следования импульсов от генераторов контро-

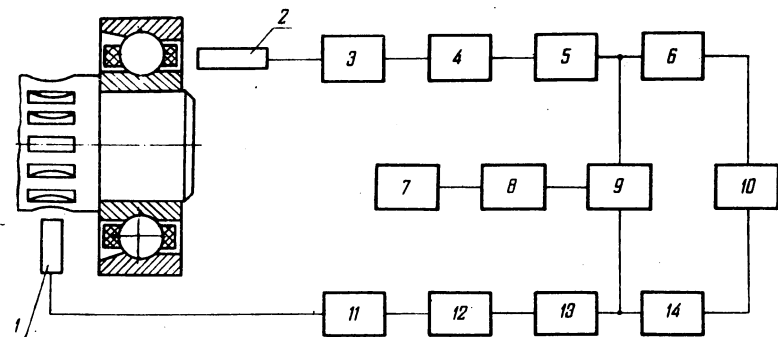


Рис. 1. Блок-схема устройства для диагностики работоспособности подшипников.

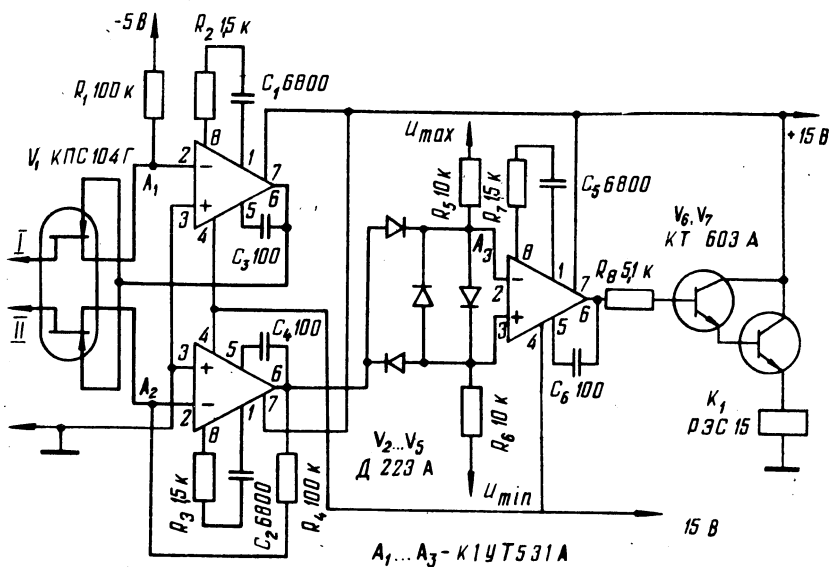


Рис. 2. Принципиальная схема устройства защиты.

лируют с помощью цифровых частотомеров, вычисляют отношение двух частот и наносят отметки на шкалу логометра.

Методы формирования импульсов с частотой следования, пропорциональной частоте вращения вала или сепаратора, описаны в [1...3]. Активные фильтры нижних частот третьего порядка выполнены по структуре Рауха с бесселевской переходной характеристикой на операционных усилителях типа К1УТ531А. Частота среза фильтров равна 0,3 Гц. УПТ выполнены на аналогичных операционных усилителях. Выходные каскады на транзисторах служат для согласования операционных усилителей с показывающим прибором.

В случае необходимости в устройство может быть включена схема защиты, состоящая из аналогового делителя 9, двухуровневого компаратора 8 и выходного ключевого каскада 7 (см.рис.1). На рис. 2 представлена принципиальная схема защитного устройства. Деление двух аналоговых сигналов осуществляется с помощью схемы, собранной на паре полевых транзисторов типа КПС104Г и двух операционных усилителях типа К1УТ531А. Величина выходного напряжения делителя пропорциональна отношению входных сигналов [4]. С выхода делителя напряжение поступает на двухуровневый компаратор. В процессе отладки устройства в зависимости от допустимых изменений в кинематике конкретного типа подшипника определяют верхнее  $U_{\max}$  и нижнее  $U_{\min}$  значения напряжений на выходе делителя. Эти напряжения от регулируемого стабилизированного источника питания (на схеме не показан) подаются на компаратор.

Если величина напряжения, поступающего на вход компаратора, не выходит за установленные пределы, на выходе сохраняется низкий уровень напряжения. В противном случае величина выходного напряжения резко повышается, что приводит к срабатыванию ключа, выполненного на составном транзисторе  $V_6$ ,  $V_7$ , в эмиттерную цепь которого включено исполнительное реле  $K_1$ . Контакты реле могут управлять схемой отключения привода подшипникового узла, если это необходимо, или включать аварийную сигнализацию.

Разработанное устройство может быть использовано для контроля за состоянием подшипников качения в ответственных узлах машин, особенно в тех, где выход подшипников из строя вызывает аварийные ситуации и приводит к большим материальным потерям. Согласно результатам исследования кинематики радиально-упорного шарикоподшипника 36204К [2], диапазон изменения отношения частот вращения сепаратора и внутреннего кольца при частотах вращения вала 30...200 с<sup>-1</sup>, осевых нагрузках 100...

...200 Н, смазке маслами "Велосит", "Турбинное-22" при расходе 0,05 л/мин находится в пределах 0,387...0,390. Значительное изменение величины этого отношения вызывается повышенным износом элементов подшипников, выгоранием смазки, перекосом и явлениями, предшествующими заклиниванию.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Экспериментальные методы обнаружения повреждений подшипников качения в ранней стадии /А.И. Ерошкин, В.П. Максимов, П.И. Оршанов, Е.А. Самылин. — В сб.: Прочность и динамика авиационных двигателей. М., 1971, вып. 6.
2. Исследование влияния условий смазки и режима работы на кинематику радиально-упорных шарикоподшипников /П.И. Ящерицын, Н.Т. Минченя, Ю.В. Скорынин, Е.С. Яцуря — В сб.: Машиностроение и приборостроение. Мн., 1975, вып. 7.
3. Самойлов В.Ф., Маковеев В.Г. Импульсная техника. — М., 1971. 4. Коболд Р. Теория и применение полевых транзисторов. — Л., 1975.

УДК 621.923.6

В.А.НИКОЛАЕВ

### ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ НА ШЕРОХОВАТОСТЬ ОБРАБОТАННОЙ ПОВЕРХНОСТИ ПРИ ТОНКОМ ТОЧЕНИИ

Шероховатость обработанной поверхности зависит от большого количества факторов: подачи, геометрических параметров реза, скорости резания, обрабатываемого и инструментального материала, смазывающе-охлаждающей среды и др.

В традиционном (классическом) эксперименте поочередно варьируется каждый фактор. Исследователь иногда получает информацию от варьируемых факторов в областях, далеких от оптимальной. Проведение классических экспериментов весьма трудоемко и требует больших материальных затрат.

Одной из наиболее сложных задач при исследовании является вопрос учета всех сильно влияющих факторов. В нашем случае необходимо было установить, насколько сильно влияют на шероховатость обработанной поверхности режимы, инструментальный материал, геометрические параметры и смазывающе-охлаждающее средство (СОС). Существует ряд методов, позволяющих учесть силу влияния каждого фактора на параметр оптимизации. Мы рассмотрим метод априорного ранжирования факторов, который позволяет учитывать коллективное мнение специалистов.

Ведущим специалистам предлагают заполнить анкету (табл.1), в которой необходимо расположить факторы в порядке убывания