

*Д.А. Бобаков, А.В. Челноков*

### МЕТОД ПОВЫШЕНИЯ ТОЧНОСТИ ОБРАБОТКИ ВКЛАДЫШЕЙ ПОДШИПНИКОВ СКОЛЬЖЕНИЯ

Для ряда технологических операций требуемая величина обрабатываемого размера обеспечивается уровнем настройки оборудования. В ходе обработки под действием систематически действующих факторов уровень настройки оборудования изменяется, что ведет к изменению размера.

Характерным примером таких операций является протягивание плоскостей разъема вкладышей подшипников скольжения. Для предотвращения появления брака на рассматриваемой операции необходимо уловить момент, когда под действием систематически действующих факторов размер приблизится к границе поля допуска настолько, что возможно появление бракованных деталей, и в этот момент произвести подналадку инструмента.

Для осуществления момента осуществления подналадочного сигнала необходимо систематически контролировать обработанные детали. Целесообразно контролировать размер детали сразу после ее обработки, выявляя тенденцию изменения размера и устанавливая требуемый момент подналадки. Возможны следующие способы определения момента подналадки: подналадка по одной детали, когда команда подается при отклонении размера хотя бы одной детали за настроечную границу; подналадка по повторным сигналам, когда команда подается в случае выхода за настроечную границу размеров нескольких деталей подряд; подналадка по статистическим оценкам, в этом случае команда подается при выходе за настроечную границу среднеарифметического размера выборки деталей, взятых в последовательности выборки.

Основными причинами, вызывающими изменение хода процесса по времени, как показывает практика эксплуатации вертикально-протяжных станков, является размерный износ инструмента, а также тепловые деформации смещения и деформации узлов станка. Узкие границы поля допуска ограничивают величину размерного износа инструмента, который смещает центр группирования размеров высоты вкладышей к верхнему пределу поля допуска.

Для обеспечения расположения размеров обработанных вкладышей в пределах допуска наладчику приходится время от времени компенсировать износ режущего инструмента смещением последнего в сторону обрабатываемой поверхности.

Подналадку инструмента приходится осуществлять тем чаще, чем меньше поле допуска, выше твердость обрабатываемого материала и меньше жесткость системы станок – приспособление – инструмент – деталь. Стремление уменьшить количество подналадок вынуждает увеличивать подналадочные перемещения инструмента до предела, используя все поле допуска. Величина регулировочного перемещения определяется разностью величины допуска и поля рассеяния. Данная размерная подналадка не обеспечивает высокой точности, так как размеры высоты вкладышей распределяются по всему полю допуска.

Предлагается для протягивания плоскостей разъемов вкладышей метод размерной подналадки инструмента малыми перемещениями, сущность которого заключается в том, что измерительно-управляющая система (ИУС), контролируя размеры каждого обработанного вкладыша, суммирует возникающие погрешности при обработке, и подналадка осуществляется не на каждом шаге сигналом, постоянным по величине и переменным по знаку, а по установленной выборке вкладышей, используя методы статистического прогнозирования. Для выборки определяется смещение центров рассеяния размеров (уровень настройки), определяется коэффициент пропорциональности и перемещение инструмента осуществляется на величину измеренного среднего отклонения размера в выборке, умноженного на коэффициент пропорциональности.

Вычисления подналадочного сигнала  $u_n$  (перемещение инструмента) можно записать в следующей форме:

$$u_n = \sum_{k=\gamma}^l b_k y_{n-k}^*, \quad y_1^* = y_1, \quad (1)$$

где  $b_k$  – коэффициент пропорциональности;  $y_{n-k}^*$  – отклонение размера детали, обработанной с подналадкой в  $(n - k)$ -м цикле;  $y_1$  – первая деталь в партии (обработанная без подналадки);  $\gamma$  – число циклов запаздывания, обычно при подналадке  $\gamma = 1$ .

При  $\gamma = 1$  подналадочный сигнал  $u_n$  в каждом  $n$ -м цикле обработки вычисляется путем умножения измеренного отклонения размера последней, обработанной в  $(n - 1)$ -м цикле детали, на постоянный коэффициент  $b$ .

Способу подналадки пропорциональным сигналом соответствует вычисления перемещения режущего инструмента

$$u_n = by_{n-1}^*, y_1^* = y_1. \quad (2)$$

Разработана ИУС активного контроля [1, 2] для повышения производительности контроля геометрических параметров вкладышей, точности обработки и обеспечения профилактики брака в процессе протягивания плоскостей разреза вкладыша на вертикально-протяжном станке и в процессе алмазной расточки внутренней поверхности.

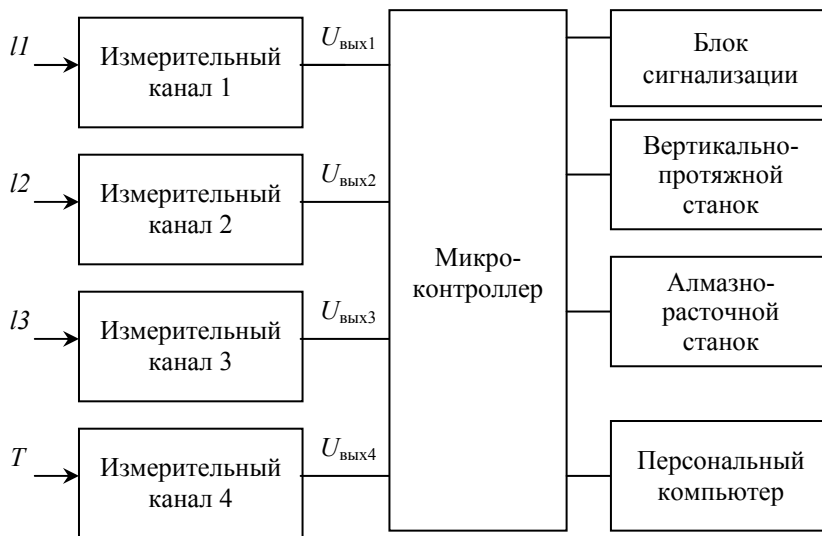
Система активного контроля геометрических параметров вкладышей подшипников (рис. 1) содержит четыре измерительных канала:

- Первый – для контроля прилегания наружной цилиндрической поверхности вкладыша к поверхности постели гнезда контрольного приспособления;
- Второй – для контроля высоты вкладышей и отклонения от параллельности поверхностей разреза вкладыша относительно образующей наружной цилиндрической поверхности;
- Третий – для контроля толщины вкладышей во время расточки на алмазно-расточном станке;
- Четвертый – для компенсации влияния температурных погрешностей обрабатываемых деталей.

Подналадка реализуется ИУС совместно со станком с запаздыванием на один цикл обработки.

Разработанные метод и ИУС позволяют осуществлять:

- автоматические измерения и подналадку режущего инструмента пропорциональным импульсом;



**Рис. 1 Структурная схема измерительно-управляющей системы контроля геометрических параметров вкладышей**

- выявление брака по геометрическим размерам;
- выявление износа инструмента за один цикл обработки и сравнение накопленного износа с допуском;
- автоматическую компенсацию погрешностей обработки от тепловых деформаций и износа инструмента.

Как показали натурные испытания, заключающиеся в обработке вкладышей на вертикально-протяжных станках, смещение уровня настройки после обработки 50 вкладышей составило 2,5 мкм. Уменьшение величин компенсаций погрешностей при подналадке малыми перемещениями значительно (на 60 %) повышает точность обработки.

Таким образом, подналадка малыми перемещениями режущего инструмента обеспечивает нахождение линии подналадки в пределах зоны случайного рассеяния размеров вкладышей.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1 Метод и измерительно-управляющая система неразрушающего контроля геометрических параметров вкладышей подшипников / А.П. Пудовкин, В.Н. Чернышов, А.В. Колмаков, Ю.В. Плужников // Вестник ТГТУ. 2003. Т. 9. № 3. С. 469 – 476.

2 Микропроцессорная система активного контроля геометрических параметров вкладышей / А.П. Пудовкин, В.Н. Чернышов, А.В. Колмаков, Д.А. Бобаков // Проектирование и технология электронных средств. 2003. № 3. С. 38 – 44.