

АКТИВНЫЙ КОНТРОЛЬ ПАРАМЕТРОВ ПРОЦЕССА ШЛИФОВАНИЯ В РЕАЛЬНОМ МАСШТАБЕ ВРЕМЕНИ

Махоткин Д.В., студент, Полтавец В.В. доц., к.т.н.

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк)

Процесс шлифования представляет собой динамическую систему, в которой параметры являются переменными не только в пространстве, но и во времени. В связи с этим для эффективной реализации этого процесса в производственных условиях необходим большой объем достоверной измерительной информации и использование современных средств её обработки и представления в удобной для анализа и принятия решений форме.

Источниками информации о состоянии технологического процесса при механической обработке служат встроенные и внешние средства контроля станков, режимов обработки и характеристик деталей, которые позволяют осуществлять измерение определяющих параметров процесса в ручном, автоматизированном или автоматическом режиме.

Средства контроля в процессе обработки работают в тяжелых условиях — подвергаются воздействию охлаждающей жидкости, абразивных частиц, вибраций системы, ударов, температурных факторов и др. Сложные условия работы приводят к росту случайных и систематических погрешностей измерения, смещению настройки измерительного прибора и, следовательно, к смещению центра группирования кривой распределения размеров партии деталей относительно координаты середины поля допуска, а также к отклонениям других показателей процесса от заданных значений.

В современных условиях основным способом использования измеренных параметров технологического процесса для повышения точности и производительности операций шлифования является осуществление одновременно с обработкой контроля текущего значения этих параметров, т.е. активный контроль (АК), и последующее формирование управляющих воздействий с выдачей команд на переключение скорости главного движения или скорости подачи.

Рассмотрим систему многопараметрового АК шлифовальной обработки поршневых колец с учетом глубины резания и других параметров режима обработки. Многопараметровый контроль осуществляется с помощью микропроцессорного прибора АК, встроенного в систему управления станком и включенного в состав подсистемы технического обеспечения системы мониторинга технологического процесса [1].

Отклонения показателей точности деталей определяются рядом факторов: отклонениями геометрических параметров точности заготовки (зависят от технологии производства заготовок), исправляющей способностью процесса шлифования (зависит от жесткости станка, величины поперечной подачи, характеристик круга, физико-механических свойств СОЖ, вариаций скоростей шпинделя и детали, неравномерности подачи круга) и времени обработки детали. Известно, что исправляющая способность процесса круглого и внутреннего шлифования возрастает с увеличением поперечной подачи, однако этот способ повышения точности обработки ограничен необходимостью обеспечения заданных физико-механических свойств поверхностного слоя обработанной детали. Таким образом, для повышения стабильности параметров точности шлифованных поверхностей качения колец подшипников целесообразно формировать дополнительные ограничения на величину поперечной подачи, которые обеспечивают исправление отклонений геометрических параметров с заданной точностью за время обработки детали [1].

На рис. 1 приведена функциональная схема шлифовальной обработки колец подшипников на основе многопараметрового АК, включающего управление режимами обработки в реальном времени с учетом результатов мониторинга технологического процесса. Два измерительных канала (текущий припуск и вибрация жесткой опоры) аппаратно принадлежат прибору АК,

который является частью системы управления. Измерительная информация о текущем припуске используется для вычисления скорости съема припуска и спектральных составляющих припуска, связанных с отклонениями параметров точности [2]. Составляющие вибрации в диапазоне частот от 1 до 2 кГц используются для определения момента касания круга и детали и реализации цикла с ускоренным подводом круга к детали. Управление циклом путем переключения поперечной подачи осуществляется по величине припуска, ограничениям на скорость съема припуска и вибрации жесткой опоры, определяемых при обучающем эксперименте. Коэффициенты изменения спектральных составляющих припуска за один оборот детали характеризуют способность процесса шлифования исправлять отклонения параметров точности. Информация о математическом ожидании и дисперсии отклонений геометрических параметров заготовки и исправляющей способности процесса шлифования используется для принятия решения о подналадке или ремонте станка и корректировке требований к точности заготовок. Контроль физико-механических свойств поверхностного слоя дорожек качения колец осуществляется внешними по отношению к станку измерительными средствами – автоматизированными приборами вихретокового контроля [2].

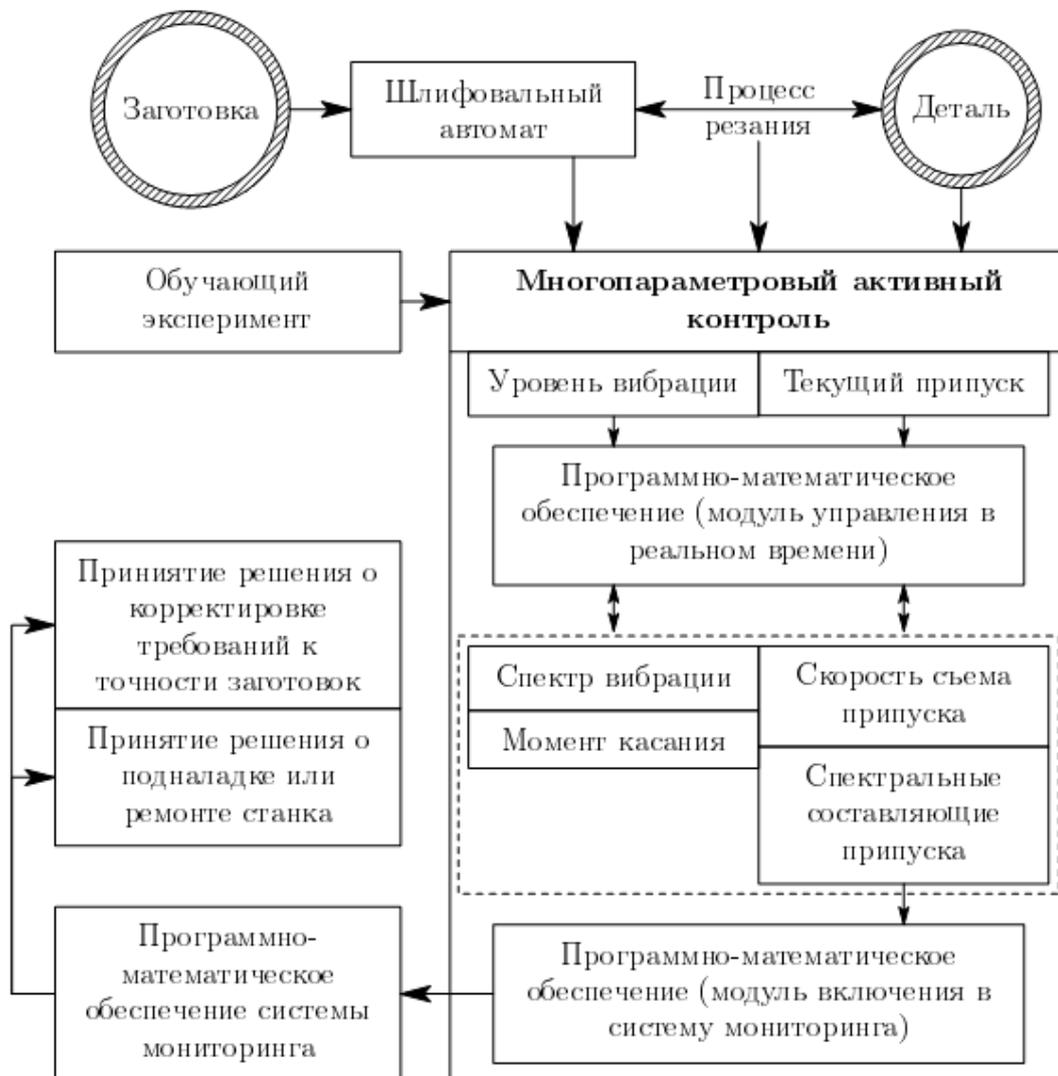


Рисунок. 1 - Функциональная схема управления процессом шлифования с многопараметровым активным контролем [1]

Внедрение экспериментального образца микропроцессорного прибора многопараметрового АК, реализующего разработанные алгоритмы, позволило апробировать в производственных условиях ОАО «Саратовский подшипниковый завод» рассмотренный

метод управления точностью шлифовальной обработки колец подшипников, что способствовало снижению дисперсии геометрических параметров точности на 70% [1].

Описанная выше схема управления процессом шлифования имеет следующие недостатки: 1) необходимость проведения обучающего эксперимента, на котором шлифуются детали при разных величинах поперечной подачи; 2) формирование по результатам эксперимента массива данных, связывающих припуск на шлифование с величиной поперечной подачи.

Указанные недостатки в значительной мере отсутствуют в системе управления технологическим процессом плоского шлифования при обработке износостойких покрытий, в которой диагностика процесса осуществляется с помощью стохастического наблюдателя Льюинбергера. Автором разработки выявлено, что среди исследованных факторов наибольший вклад в дестабилизацию показателей качества технологического процесса вносят колебания фактической глубины резания, вызванные отклонениями формы и дисбаланс шлифовального круга [3].

Для учета статистических свойств текущих отклонений радиус-векторов шлифовального круга и толщины заготовки предложено построить формирующий фильтр. Амплитуда текущих отклонений радиус-вектора практически будет равна наибольшему отклонению глубины шлифования от заданной технологическим процессом величины.

Однако для реального процесса шлифования отклонения радиуса шлифовального круга не постоянны. Вследствие того, что круг имеет отклонение формы, состояние технологической системы непрерывно меняется случайным образом. При контакте вращающегося круга с материалом заготовки возникают вынужденные колебания, учет которых требует построения дополнительной динамической модели (формирующего фильтра). Эта модель характеризует статистические свойства шлифовального круга и является основой для построения системы активного контроля процесса плоского шлифования [3].

Отличительной особенностью, которая сужает область применения этой динамической модели, является её построение по результатам статистической обработки профилограмм рабочей поверхности шлифовального круга. Отклонение формы круга от заданной является реализацией процесса формообразования круга и может характеризоваться квазистационарным гауссовским случайным процессом. Такой процесс характеризуется математическим ожиданием параметров формы круга и корреляционной функцией, строящейся непосредственно по профилограмме.

Таким образом, в проанализированной системе АК плоского шлифования основное внимание уделяется макрогеометрии шлифовального круга, в то время как для получения требуемых показателей качества обработки не меньшее значение имеет микрогеометрия рабочей поверхности шлифовального круга.

Анализ характеристик существующих систем АК процессами шлифования показал, что для оптимального управления процессом необходимо оценивать его состояние в реальном масштабе времени. При этом первостепенное значение имеет учёт всех факторов, оказывающих существенное влияние на заданные показатели качества обработки.

Перечень ссылок

1. Игнатьев С.А. Многопараметровый активный контроль шлифовальной обработки колец подшипников в системе мониторинга технологического процесса / С.А. Игнатьев, М.П.Васин // Вестник Саратовского государственного техн. ун-та. – Выпуск 1, Т. 2, 2008.
2. Васин М.П. Управление шлифованием колец высокоточных подшипников с адаптацией режимов шлифования / М.П. Васин, В.В. Горбунов, А.А. Игнатьев // СТИН, 2007. № 7. – С. 29-34.
3. Стрелков А.Б. Создание информационной базы для управления процессом плоского шлифования периферией круга на основе многокритериальной оптимизации параметров обработки: автореф. дис. к.т.н: 05.02.08, 05.02.07. – Иркутск. гос. техн. ун-т, 2011. – 16 с.