

УДК 621.9.014

АЛГОРИТМЫ УПРАВЛЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИМ ПРОЦЕССОМ ШЛИФОВАНИЯ ПРИ МАССОВОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

В.Г. Щетинин

Самарский государственный технический университет
Россия, 443100, г. Самара, ул. Молодогвардейская, 244

E-mail: schetinin_v@mail.ru

Рассматриваются вопросы синтеза алгоритмов управления металлообрабатывающими станками при массовом производстве на примере управления технологическим процессом врезного шлифования. Показана необходимость учета стохастического характера ряда параметров процесса при наличии ограничений на фазовые координаты по качественным показателям. Проанализированы предельные возможности различных классов алгоритмов. Рассмотрены вопросы синтеза алгоритмов для технологических процессов обработки ответственных деталей и введения функций штрафа для оптимизации параметров с учетом снижения надежности. Оценен выигрыш в производительности при применении таких алгоритмов.

Ключевые слова: шлифование, массовое производство, алгоритмы управления, ограничения на фазовые координаты.

Операция шлифования является одной из финишных в технологических процессах изготовления ряда ответственных изделий массового производства. К таким можно отнести детали подшипников качения, валы и штоки различных механизмов, детали буровых долот и прочее. Это обуславливает, с одной стороны, высокие требования к качеству технологического процесса и систем, его обеспечивающих, а с другой – обеспечение высокого качества и производительности при массовом производстве с минимальным количеством контрольных и диагностических процедур. Задачи алгоритмизации технологического процесса шлифования рассматриваются в ряде работ отечественных и зарубежных авторов [1–3, 6]. Подробно описаны основные факторы, участвующие в формировании требований к составляющим вектора выходных координат процесса для обеспечения заданного комплекса качественных показателей обработанных деталей. Разработаны технические средства для реализации алгоритмов управления различных видов [2, 3, 7–9]. Однако рассмотренные меры относятся к решению задачи алгоритмизации применительно к одной реализации и не учитывают некоторых важных особенностей технологического процесса шлифования. В то же время при массовом производстве имеют место значительные вариации параметров математической модели процесса как объекта управления. К таким в первую очередь относятся вариации режущих свойств инструмента (абразивного круга) и конечная глубина ожогового слоя, формируемого во время чистового этапа обработки [1]. Для бездефектной обработки требуется оценка вышеупомянутых факторов и, как следствие, оперативная коррекция параметров алгоритмов управления [4, 9].

Владимир Георгиевич Щетинин (к.т.н., доц.), доцент кафедры «Автоматика и управление в технических системах».

Выходом из сложившейся ситуации является применение алгоритмов, учитывающих статистическую информацию о случайных факторах. Для детерминированного варианта, реализуемого на станках – автоматах и полуавтоматах, не допускающих оперативной коррекции параметров управления, это возможно при выборе параметров дискретных [8] или комбинированных (дискретных на черновом участке и непрерывном на чистовом) с учетом чувствительности формируемых ими ансамблей траекторий к параметрам законов распределения случайных составляющих [9].

Особый случай представляет задача синтеза управления для процессов обработки ответственных деталей, где требуется обеспечить минимальную вероятность брака. В этом случае параметры управления определяются в ходе решения задачи оптимального управления, минимизирующей целевой функционал, который включает функцию штрафа, учитывающую затраты на предотвращение или устранение возможных аварийных ситуаций.

Решение сформулированных выше задач обеспечивается системой, включающей, помимо высококачественной системы управления приводами шлифовального станка, дополнительный контур идентификации, обеспечивающий определение текущих параметров математической модели станка и по коротким выборкам – расчет вероятностных характеристик. Для идентификации области ограничений по ожогам возможно использовать хорошо себя зарекомендовавшие устройства неразрушающего контроля (например, вихретоковые) [9]. Объем контрольных выборок (периодичность контроля) определяется по известным методикам статистических испытаний.

Результаты опытно-промышленных испытаний показали возможность существенного повышения производительности (до 10...15 %) и сокращения в 2...5 раз количества забракованных изделий.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. *Михелькевич В.Н.* Автоматическое управление шлифованием. – М.: Машиностроение, 1975. – 304 с.
2. *Новиков В.Ю., Гореликов В.Я.* Адаптивное управление врезным шлифованием с дискретной подачей // Станки и инструмент. – 1981. – № 9. – С. 17–18.
3. *Соломенцев Ю.М., Митрофанов В.Г., Протопопов С.П., Рыбкин И.М., Тимирязев В.А.* Адаптивное управление технологическими процессами (на металлорежущих станках). – М.: Машиностроение, 1980. – 536 с.
4. *Солонин И.С.* Математическая статистика в технологии машиностроения. – М.: Машиностроение, 1972. – 216 с.
5. *Эльянов В.Д.* Совершенствование методики расчета режимов шлифования // СТИН. – 1993. – № 1. – С. 21–26.
6. *Lundholm T., Yngen M., Lindstorm B.* Advanced process monitoring – a major step to wards adaptive control // Robotics and Computer Integrated Manufacturing. – 1988. – v. 4. – № 3/4. – p. 413–421.
7. *Карпеева Е.В.* Совершенствование средств активного многопараметрового контроля для системы мониторинга шлифовальной обработки деталей подшипников: Автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.06 / Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. – 20 с.
8. *Щетинин В.Г.* Качество управления процессом врезного шлифования при использовании кусочно-постоянных алгоритмов // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2012. – № 2 (34). – С. 229–232.
9. *Щетинин В.Г.* Алгоритмизация процесса врезного шлифования при случайном характере параметров математической модели станка и области ограничений на фазовые координаты // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. Технические науки. – 2013. – № 2 (38). – С. 229–233.

Статья поступила в редакцию 10 апреля 2016 г.

ALGORITHMS FOR CONTROL OF GRINDING TECHNOLOGICAL PROCESS IN MASS PRODUCTION

V.G. Schetinin

Samara State Technical University
244, Molodogvardeyskaya str., Samara, 443100, Russian Federation

E-mail: schetinin_v@mail.ru

The questions of synthesis of control algorithms for metal-processing machines under the condition of mass-production are studied. As an example, consider the technological process of plunge-cut grinding. The necessity of consideration of stochastic parameters of process under the restrictions on phase coordinates by quality factors is shown. The limit abilities of different algorithms' classes are analyzed. The problems of algorithm synthesis for technological processes of operating essential parts are considered and penalty function for parameter optimization the conditions of decreasing of durability is introduced. The problem of profit of efficiency under the usage of such algorithms is studied.

Keywords: grinding, mass production, control algorithms, phase coordinates restrictions.