

ки фрагментов. Статистически запасенные дислокации отсутствуют на поверхности изделия ($\rho_s = 0$) и накапливаются в глубину (до 1,5 мм). Геометрически необходимые дислокации напротив, $\rho_G = \max$ на поверхности изделия, где фактически

расположена градиентная структура, и $\rho_G = 0$ (геометрически необходимые дислокации полностью отсутствуют) в исходном материале на глубине 1,5 мм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Суслов А.Г. Инженерия поверхности деталей – резерв в повышении конкурентоспособности машин//Инженерия поверхности. Приложение к журналу "Справочник. Инженерный журнал". – М.: Машиностроение, 2001. - №4. – С. 3-9.
2. Качество машин: Справочник. В 2 т. Т1/А.Г. Суслов, Э.Д. Браун, Н.А. Виткевич и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 256 с.: ил.
3. Качество машин: Справочник. В 2 т. Т2/А.Г. Суслов, Ю.В. Гуляев, А.М. Дальский и др. – М.: Машиностроение, 1995. – 430 с.: ил.
4. Гриднев В.Н. Распад цементита при пластической деформации стали / В. Н. Гриднев, В. Г. Гаврилюк // Металлофизика. - 1982. - Т.4, №3. - С.74-87.
5. Нестерова Е. В. Кристаллографические особенности внутреннего строения колоний деформированного пластинчатого перлита / Е. В. Нестерова, В. В. Рыбин, Н. Ю. Золоторевский // ФММ. – 2000. – Т.89, №1. – С.47-53.
6. Состояние углерода в холоднодеформированной стали / М. В. Белоус, Г. М. Молчановская, В. Б. Новожилов, В. Т. Черепин // Металлофизика и новейшие технологии. - 1994. - Т.16, №2. - С.52-60.
7. Счастливцев В. М. Структурный и кинетический аспекты отжига тонкопластинчатого перлита / В. М. Счастливцев, Д. А. Мирзаев, И. Л. Яковлева // Изв. вузов. Черная металлургия. - 1996. - №5. - С.50-59.
8. Влияние типа субструктур на перераспределение углерода в стали мартенситного класса в ходе пластической деформации / Э. В. Козлов, Н. А. Попова, Л. Н. Игнатенко и др. // Изв. вузов. Физика. - 2002. - №3. – С.72-82.

Авторы статьи:

Смирнов
Александр Николаевич
– докт. техн. наук, проф. каф. технологии машиностроения КузГТУ.
Тел. 8(384-2), 36-45-27
E-mail: sd.tms@mmpkuzstu.ru

Кречетов
Андрей Александрович
– канд. техн. наук, декан механико-машиностроительного факультета
КузГТУ. Тел. 8(384-2) 39-63-76
E-mail: krechetov@mmpkuzstu.ru

Глинка
Александра Сергеевна
– ассистент каф. технологии машиностроения КузГТУ.
Тел. 8(384-2) 39-63-75
E-mail: alexandrar@inbox.ru

УДК 621.19

В.И. Курдюков, В.Е. Овсянников

РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ШЕРОХОВАТОСТИ ПОВЕРХНОСТИ НА ОСНОВЕ ДИНАМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Надежное обеспечение заданных параметров точности и качества обработанных поверхностей является одной из актуальных проблем машиностроительного производства. Учитывая специфику развития металлообработки, которая заключается во все более широком внедрении в промышленную практику оборудования с числовым программным управлением, перспективным путем решения данной проблемы является разработка и внедрение в промышленную практику технических решений, которые позволяют оказывать управляющие воздействие на технологическую систему с целью автоматического обеспечения заданных параметров качества обработки. В связи с этим, в данной работе рассмотрены вопросы

разработки и реализации системы автоматического обеспечения параметров заданных шероховатости поверхности при токарной обработке.

На сегодняшний день можно считать доказанным тот факт, что технологическая система является нелинейной и динамической, а значит необходимо использовать управление с идентификатором [2]. Кроме того, необходимо определить понятие состояния динамической системы как совокупности некоторых величин в данный момент времени и производить оценку изменений состояния во времени, т.е. динамический мониторинг, а также определиться с выбором устройства принятия решений [2].

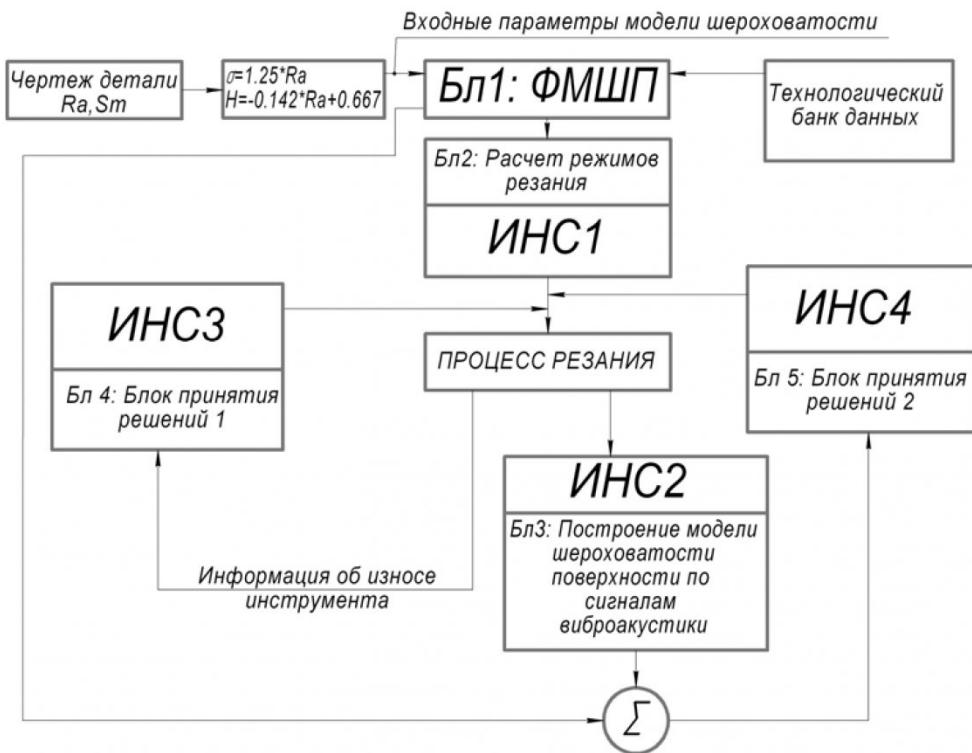


Рис. 1. Блок-схема системы

В нашем случае идентификатором является фрактальная модель шероховатости поверхности (ФМШП), погрешность которой не превышает 10% [1,4]. В качестве параметров, характеризующих состояние технологической системы использованы корреляционная размерность фазового пространства (V), величина старшего показателя Ляпунова (λ), вычисленные по значениям вибrosигнала, генерируемого технологической системой и мощность вибраакустического сигнала (S_ω). Исследованиями [3] установлено, что в качестве устройства принятия решений, аппроксимирующего зависимости между параметрами технологической системы при решении задач исследования ее динамики и управления целесообразно использовать искусственные нейронные сети (ИНС). Основным преимуществом использования ИНС в качестве устройства принятия решений является практически неограниченная аппроксимирующая способность - согласно теореме Стоуна-Вейерштрасса с помощью ИНС можно сколь угодно точно равномерно приблизить любую функцию многих переменных на любом замкнутом ограниченном множестве [6].

В рамках разрабатываемой системы были использованы многослойные нейронные сети, обучаемые по методу обратного распространения ошибки, т.к. их применение позволяет добиться высокой точности аппроксимации с одновременным обеспечением хорошего быстродействия [3,6].

На рис. 1 показана блок-схема разработанной системы автоматического обеспечения заданных

параметров шероховатости поверхности, которая состоит из пяти основных блоков: Бл1 - фрактальная модель шероховатости поверхности (ФМШП), Бл2 - расчет режимов резания, Бл3 - построение модели шероховатости поверхности по сигналам виброакустики, Бл4 - блок принятия решений 1 и Бл5 - блок принятия решений 2.

Таблица 1. Точность, обеспечиваемая модулями
системы адаптивного управления

Модуль системы	Вычисляемые параметры	Средняя ошибка, %
ИНС1	S	$\Delta S = 3.5$
	V	$\Delta V = 5.2$
ИНС2	σ	$\Delta \sigma = 2.2$
	H	$\Delta H = 4.6$
ИНС3	h_3	$\Delta h_3 = 4.2$
ИНС4	dn	$\Delta dn = 3.9$
	dS	$\Delta dS = 2.8$
ФМШП эталонная	Ra	$\Delta Ra = 4.8$
	Sm	$\Delta Sm = 7.1$
ФМШП по сигналам виброакустики	Ra	$\Delta Ra = 8.2$
	Sm	$\Delta Sm = 6.5$

Работа системы происходит следующим образом: по заданным чертежом параметрам шероховатости вычисляются входные параметры фрак-

тальной модели шероховатости поверхности (ФМШП). Далее при помощи ИНС1 определяются режимы резания, обеспечивающие заданную шероховатость и начинается обработка. Источником диагностической информации является виброакустический сигнал, который поступает с преобразователя вибраций, далее по значениям v и S_{ω} при помощи ИНС2 вычисляются входные параметры модели шероховатости, и строится действительная ФМШП. После этого вычисляется отклонения между действительной и эталонной ФМШП - dRa и dSm , далее по значениям dRa и dSm при помощи ИНС4 определяется корректирующее воздействие dS или dn , где n - частота вращения шпинделя. Разработанная система позволяет помимо оценки шероховатости поверхности производить контроль износа режущего инструмента – для этого по значениям вибросигнала определяется значение старшего показателя Ляпунова и при помощи нейросетевого элемента ИНС3 производится оценка износа резца.

Система реализована в программном виде с использованием компонентного программирования [5]. Основная процедура, реализующая алгоритм управления написана на языке Visual C++ в виде, пригодном к использованию в рамках любой

системы управления класса PCNC. Результаты компьютерного тестирования системы приведены в табл. 1 и на рис. 2.

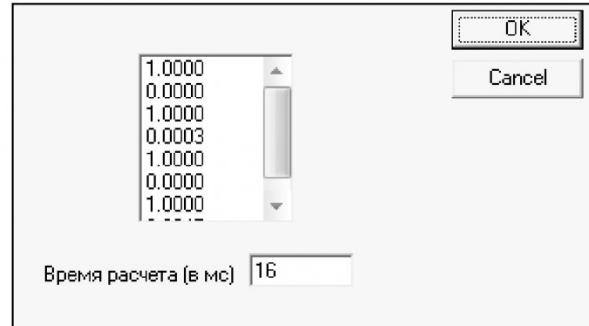


Рис. 2. Время отработки алгоритма 16 мс

Как можно видеть из табл. 1 величина средней ошибки для всех элементов системы не превышает 10%, а время отработки алгоритма составляет в среднем 16 мс (рис. 2), что вполне удовлетворительно для практических нужд. Результаты испытаний показали, что разработанная система позволяет снизить величину брака, связанного с поломкой инструмента и невыполнением требований по шероховатости поверхности на 15%, а также получить годовой экономический эффект более 93000 руб на один станок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. «Алгоритм построения фрактальной модели шероховатости поверхности»: свидетельство об отраслевой регистрации разработки №14225 / А.К. Остапчук, В.Е. Овсянников, Е.Ю. Рогов. - № 50200901011; заявл. 11.04.2008; опубл. 11.04.2008; Инновации в науке и образовании №4(39). 11 с.
2. Готлиб Б.М. Введение в мехатронику: учеб. пособие для студентов спец. 220401.65- "Мехатроника" / Б. М. Готлиб. - Екатеринбург : [б. и.], 2008 - . Т. 1 : Концептуальные основы мехатроники. - 2008. - 520 с. : ил. - 200 экз.
3. Кудинов А.В. Особенности нейросетевого моделирования станков / А.В. Кудинов // СТИН. – 2001. - №1. – с. 13-18.
4. Курдюков В.И. Разработка фрактальной математической модели шероховатости поверхности / В.И. Курдюков, А.К. Остапчук, В.Е. Овсянников, Е.Ю. Рогов // Вестн. Кузбасского гос. тех. унив., . – 2008. - №5. – с. 43-46.
5. «Система адаптивного управления шероховатостью поверхности»: свидетельство об отраслевой регистрации разработки №14227 / А.К. Остапчук, В.Е. Овсянников, Е.Ю. Рогов. - № 50200901013; заявл. 11.04.2008; опубл. 11.04.2008; Инновации в науке и образовании №4(39). 12 с.
6. Хайкин, С. Нейронные сети: полный курс, 2-е издание.: Пер. с англ. / С. Хайкин. – М.: Издательский дом "Вильямс", 2006. – 1104 с. ил.

□ Авторы статьи:

Курдюков
Владимир Ильич
- докт.техн.наук, проф. каф. технологий машиностроения, металлорежущих станков и инструментов (Курганский государственный университет),
Email: panz12@rambler.ru

Овсянников
Виктор Евгеньевич
- старший преподаватель каф. инновации и менеджмента качества (Курганский государственный университет),
Email: panz12@rambler.ru