

УДК 621.9 (075.8)
ББК 34.63-5 я 73
П 54

Рецензент – профессор, доктор технических наук А. И. Сердюк

П 54

Поляков, А. Н.

Управление термодетформационным состоянием станка на основе автоматизации прогнозирования температурных перемещений исполнительных органов: учебное пособие / А. Н. Поляков, К. В. Марусич; Оренбургский гос. ун-т. – Оренбург: ОГУ, 2012. – 220 с.

В учебном пособии рассмотрен метод прогнозирования тепловых характеристик металлорежущих станков, работающих в условиях переменных тепловых режимов. Представлен обзор публикаций в области формирования и компенсации температурной погрешности станков. Описаны разработанная методика компьютерного моделирования и метод прогнозирования тепловых характеристик станков. Представлен алгоритм компенсации температурной погрешности станка.

Учебное пособие предназначено для студентов обучающихся по направлениям подготовки бакалавров и магистров 151900 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 220700 Автоматизация технологических процессов и производств, 221000 Мехатроника и робототехника и дипломированных специалистов 151000 Конструкторско-технологическое обеспечение автоматизированных машиностроительных производств и 657900 Автоматизированные технологии и производства.

УДК 621.9 (075.8)
ББК 34.63-5 я 73

© Поляков А. Н.,
Марусич К. В., 2012
© ОГУ, 2012

Содержание

Введение	5
Термины и сокращения	7
1 Обзор состояния тепловых явлений в станках	8
1.1 Актуальность тепловых явлений в станках	8
1.2 Переменные режимы работы станка	18
1.3 Сравнительные испытания станков на холостом ходу и под нагрузкой	25
1.4 Применение CAE-систем для создания тепловых моделей в станках	30
1.5 Современные системы компенсации температурной погрешности в станках	36
2 Экспериментальные исследования термдеформационного состояния металлорежущего станка	45
2.1 Методика проведения экспериментов	45
2.2 Серия испытаний в условиях непрерывного режима работы	50
2.3 Серия испытаний в условиях нагревание-остывание	56
2.4 Серия испытаний в условиях переменных тепловых режимов	58
2.4.1 Серия хаотичных режимов работы	59
2.4.2 Серия повторно-кратковременных режимов работы	65
2.5 Экспериментальные зависимости температурных перемещений от температур в металлорежущих станках	70
3 Моделирование термдеформационного состояния станков	77
3.1 Математическое описание	77
3.2 Методика создания программного средства в среде CAE-системы	83
3.3 Апробация разработанного программного средства	90
4 Метод прогнозирования тепловых характеристик станка	102
4.1 Базовые уравнения метода	102
4.2 Математическое описание прогнозируемых характеристик	108

4.3 Автоматизированное построение прогнозируемых тепловых характеристик	124
4.4 Реализация метода прогнозирования тепловых характеристик	132
5 Экспериментальная апробация метода прогнозирования.....	136
5.1 Прогнозирование температурных характеристик	136
5.1.1 Прогнозирование температурных характеристик для I-го типа циклограмм ..	137
5.1.2 Прогнозирование температурных характеристик для II-го типа циклограмм	144
5.1.3 Прогнозирование температурных характеристик для III-го типа циклограмм	147
5.1.4 Прогнозирование температурных характеристик для IV-го типа циклограмм	148
5.2 Прогнозирование характеристик температурных перемещений	152
5.3 Средства управления исполнительными органами станка по снижению его температурной погрешности	155
Список использованных источников	164
Приложение А Протоколы натурных испытаний станка Deckel FP3	182
Приложение Б Фрагменты исходного текста программы «PROGNOZ 2»	196

Введение

Экспериментальные данные фирм - производителей станков показывают, что температурные перемещения исполнительных органов в современных прецизионных металлорежущих станках могут превышать 100 мкм, определяя до 70 % значения общей погрешности механообработки.

Для достижения стабильной размерной точности механообработки в пределах 10 мкм необходимо оснащение станков системами компенсации температурной погрешности, которые строятся на двух альтернативных методах: прямое измерение температурной погрешности на станке и прогнозирование температурной погрешности.

Первый метод обладает высокой точностью, но требует оснащения станка дополнительным измерительным оборудованием, что приводит к существенному увеличению стоимости станка (не менее чем на 30 %).

Точность второго метода полностью определяется качеством реализуемых моделей прогнозирования тепловых характеристик. На сегодняшний день в открытой печати отсутствует описание моделей и методов прогнозирования тепловых характеристик станков, адаптированных к применению в системах компенсации их температурной погрешности.

Учебное пособие состоит из пяти глав.

В первой главе рассмотрены вопросы, посвященные исследованию тепловых явлений в станках. Диапазон рассмотренных вопросов в обзоре был ограничен следующими вопросами:

- актуальность тепловых явлений в станках;
- переменные режимы работы станка;
- сравнительные испытания станков на холостом ходу и под нагрузкой;
- применение САЕ-систем для создания тепловых моделей в станках;
- современные системы компенсации температурной погрешности в станках.

Во второй главе описана методика проведения натурных тепловых испытаний,