**Караваев, Ярослав Сергеевич Повышение эффективности механической обработки крупногабаритных корпусных деталей на станках с ЧПУ на основе результатов трехмерного сканирования**

ОГЛАВЛЕНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

кандидат наук Караваев, Ярослав Сергеевич

ВВЕДЕНИЕ......................................................................................................................5

ГЛАВА 1. СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПРОБЛЕМЫ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ЛИТЫХ ЗАГОТОВОК............................12

1.1 Факторы, влияющие на точность при закреплении крупногабаритных литых заготовок на станок.......................................................................................12

1.1.1 Понятие точности в промышленности и их основные параметры........12

1.1.2 Факторы, влияющие на точность механической обработки деталей .... 13

1.1.3 Особенности обработки крупногабаритных корпусных заготовок.......16

1.1.4 Необходимость достаточного входного контроля крупногабаритных корпусных заготовок.............................................................................................17

1.2 Применение трёхмерного сканирования в процессе механической обработки крупногабаритных корпусных деталей................................................19

1.2.1 Принцип действия трехмерного сканера и его результат.......................21

1.3 Обзор и анализ существующих методов повышения точности механической обработки крупногабаритных корпусных деталей.......................25

1.3.1 Адаптивная механическая обработка корпусных деталей....................32

1.4 Обзор методик сравнения трёхмерных моделей друг с другом...................37

1.5 Выводы по главе 1.............................................................................................39

ГЛАВА 2. РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ПРОСТРАНСТВЕННОГО СОВМЕЩЕНИЯ ТРЁХМЕРНЫХ МОДЕЛЕЙ И РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.........................................................................42

2.1 Разработка алгоритма пространственного совмещения отсканированных моделей крупногабаритных корпусных заготовок, с эталонной моделью детали для оценки распределения припуска на механическую обработку.....................43

2.1.1 Анализ полученных результатов трехмерного сканирования...............45

2.1.2 Предварительная привязка двух облаков точек......................................46

2.1.3 Выявление плоскостей...............................................................................49

2.1.4 Совместимость плоскостей полученных из двух облаков точек...........53

2.1.5 Точная привязка двух объектов................................................................56

2.1.6 Вычисление припуска на механическую обработку детали..................58

2.2 Разработка программного обеспечения для автоматизации предложенной производственной системы......................................................................................58

2.3 Построение производственной системы на основе разработанного алгоритма.......................................................................................65

2.4 Выводы по главе 2.............................................................................................66

ГЛАВА 3. МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТОВ...........................................................68

3.1 Основные этапы применения производственной системы на основе результатов трехмерного сканирования.................................................................68

3.2 Расчетные данные методики исследований...................................................76

ГЛАВА 4. ПРИМЕРЫ РЕШЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЗАДАЧ НА ОСНОВЕ РАЗРАБОТАННОГО АЛГОРИТМА И ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ.....79

4.1 Анализ и устранение проблем, сопутствующих механической обработке заготовок «Корпус 1»................................................................................................79

4.2 Применение производственной системы при механической обработке корпусных заготовок «Корпус 4»............................................................................92

4.3 Применение производственной системы при механической обработке заготовок «Корпус 2» ................................................................................................ 95

4.4 Применение производственной системы при механической обработке заготовок «Корпус 3» ................................................................................................ 98

4.5 Оценка результатов решения поставленной задачи....................................101

ЗАКЛЮЧЕНИЕ...........................................................................................................104

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И УСЛОВНЫХ ОБОЗНАЧЕНИЙ..............................107

СЛОВАРЬ ТЕРМИНОВ.............................................................................................108

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ...........................................................................................110

ПРИЛОЖЕНИЕ А Метрологические и технические характеристики трехмерного

сканера НапёуБсап 700............................................................................................... 118

ПРИЛОЖЕНИЕ Б Свидетельства о регистрации...................................................120

ПРИЛОЖЕНИЕ В Апробация результатов работы................................................122

ПРИЛОЖЕНИЕ Г Фрагменты программного кода системы для анализирования

информации полученной с трехмерного сканера....................................................128

ПРИЛОЖЕНИЕ Д Фрагменты программного кода системы для автоматизации

обработки.....................................................................................................................131

ПРИЛОЖЕНИЕ Ж Письмо о заинтересованности предприятия..........................133

ПРИЛОЖЕНИЕ З Акт внедрения............................................................................134