

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УДК 658.512

№ госрегистрации 2001531

УТВЕРЖДАЮ

Проректор по научной работе

Рэспубліка Беларусь
Рэспубліканскае ўніверсітэцкае адукацыйнае ўстанова «Віцебскі ўніверсітэт»

С.М. Литовский

2002г.



ОТЧЕТ О НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОЙ РАБОТЕ

СИСТЕМНО СТРУКТУРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ СИНТЕЗА ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КОРПУСНЫХ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

выполняемой в рамках Межвузовской программы фундаментальных исследований «Разработка научных основ создания прогрессивных технологических процессов, оборудования и инструмента для машиностроительного производства Республики Беларусь» («Машиностроение – 1»)

(годовой промежуточный)

2001-гб-291

Начальник НИС

С.А. Беликов

Научный руководитель

Е.И. Махаринский

Витебск

– 2002 –

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы,

канд. техн. наук,

профессор каф. ТиОМП



Е.И. Махаринский

(Введение, 1, 2, 6, Заключение)

Ответственный исполнитель,

аспирант каф. ТиОМП



Н.В. Беляков

(1, 2, 3, 4, 5, Приложение)

Ответственный исполнитель,

ст. преподаватель каф. ТиОМП



Ю.Е. Махаринский

(2, 3, Приложение)

Исполнитель,

зав. лабораторией

кафедры ТиОМП

О.Н. Дроздова

(Оформление отчета, Приложение)

РЕФЕРАТ

Годовой промежуточный отчет 199 с., 107 рис., 59 табл., 44 источника.

КОРПУСНАЯ ДЕТАЛЬ, СХЕМА БАЗИРОВАНИЯ, СХЕМА УСТАНОВКИ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ, МАРШРУТ ОБРАБОТКИ, ФОРМАЛИЗАЦИЯ ПРОЕКТИРОВАНИЯ, СИНТЕЗ ПРОЕКТНЫХ РЕШЕНИЙ, ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОПЕРАЦИЯ.

Цель этой части работы разработка формата описания технологических регламентов обработки функциональных модулей (ФМ), а также разработка формата базы данных о технологических регламентах; доработка и уточнение алгоритмов синтеза маршрута обработки ФМ корпусных деталей на основе моделирования состояния показателей качества компонентов ФМ; разработка технологических регламентов обработки для наиболее часто применяемых ФМ; разработка алгоритма синтеза схем установки; дополнение и развитие методики синтеза схем базирования; разработка методики синтеза операций обработки корпусных деталей.

В процессе работы над проблемой проводился анализ литературных источников, опыта работы конструкторских и технологических бюро машиностроительных предприятий Витебской области.

В результате исследований была развита и дополнена методика синтеза схем базирования, которая позволяет четко и однозначно назначать вид компонентов (установочная, направляющая, опорная, двойная опорная и т. д.) комплекта операционных технологических баз. Методика применима для случаев явного и неявного (согласно ГОСТ 25069-81) задания допусков относительно поворотов главной обрабатываемой поверхности (оси или плоскости) ФМ относительно комплектов операционных технологических баз. Разработан алгоритм структурного синтеза схем установки заготовок

корпусных деталей машин при их механической обработке и рекомендации по расширению ГОСТ 3.1107-81.

Определены методы назначения маршрутов обработки ФМ, формат описания технологических регламентов (ТР). Разработаны элементы классификатора ТР, формат базы данных о ТР, а так же алгоритм синтеза маршрута обработки функционального модуля.

Разработана методика синтеза маршрута обработки детали на основе анализа графов размерных связей по осям и графов угловых расположений для всех этапов обработки детали, начиная с последнего отделочного этапа.

Приводятся теоретические основы для создания методики синтеза операций обработки корпусных деталей.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1. Методы назначения маршрута обработки функциональных модулей.....	10
1.1. Алгоритм синтеза маршрута обработки.....	10
1.2. Технологические регламенты.....	13
2. Методы обеспечения заданных требований относительного расположения.....	18
3. Методика формализованного назначения вида компонента комплекта операционных технологических баз.....	20
4. Методика выработки рекомендаций по назначению оптимального состава компонентов схемы установки при базировании сопряжением.....	29
5. Алгоритм синтеза маршрута обработки заготовки.....	36
6. Теоретические основы методики синтеза операций.....	46
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	51
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	52
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	57
Приложение 1. Классификаторы функциональных модулей корпусных деталей машин нулевого ранга.....	57
Приложение 2. Классификатор переходов механической обработки корпусных деталей.....	62
Приложение 3. Параметры точности, индивидуальные условия выбора перехода.....	64
Приложение 4. Таблица соответствия кода ФМ нулевого ранга коду перехода.....	66
Приложение 5. Технологические регламенты обработки комплексов наиболее распространенных на предприятиях Витебской области функциональных модулей.....	67
Приложение 6. Режущий инструмент.....	123

Приложение 7. Фрагменты управляющих программ для станков с ЧПУ.....	132
Приложение 8. Таблицы однозначности ориентации и достаточности задания допусков относительных поворотов.....	136
Приложение 9. Алгоритмы назначения вида компонентов комплекта технологических баз и примеры их реализации.....	143
Приложение 10. Таблица соответствия установочных элементов технологической базе.....	187
Приложение 11. Таблица сокращения вариантов технических решений.....	190
Приложение 12. Таблицы сложности установочных компонентов.....	192
Приложение 13. Рекомендуемые графические обозначения ряда установочных устройств и опор, отсутствующих в ГОСТ 3.1107-81 (СТ СЭВ 1803-79) «Опоры, зажимы, и установочные устройства. Графические обозначения».....	195
Приложение 14. Отзывы предприятий. Акты внедрения.....	196

ВВЕДЕНИЕ

В результате предыдущих исследований была показана принципиальная возможность анализа и синтеза информационной модели корпусной детали из функциональных модулей (ФМ). Были разработаны принципы классификации ФМ, иллюстрированные классификаторы форм ФМ по степени сложности и служебному назначению применяемых на машиностроительных предприятиях Витебской области, а также определен формат базы данных о ФМ.

Было установлено, что возможны два метода формирования маршрута обработки ФМ: 1) на базе анализа типовых маршрутов, применяемых на машиностроительных предприятиях; 2) на базе синтеза вариантов маршрута обработки, с учетом общих закономерностей технологии машиностроения.

Для формирования маршрута обработки ФМ по первому методу предлагался исходный вариант структуры технологического регламента. Для формирования маршрута обработки ФМ по второму методу была разработана методика, алгоритм и программа его реализующая синтеза маршрута обработки ФМ низких рангов сложности. Была начата разработка методики формализованного проектирования схем базирования и схем установки.

В настоящей работе предлагается окончательный формат описания технологических регламентов (ТР). Разработаны элементы классификатора ТР, формат базы данных о ТР, для чего были проанализированы технологические процессы изготовления корпусных деталей на витебских станкостроительных предприятиях («ВИСТАНЬ», «ВИЗАС», «ВГВ») и разработаны технологические регламенты для наиболее часто применяемых комплексных функциональных модулей.

Для реализации второго метода разработан алгоритм и программа на языке DELPHI 5.0, которая обеспечивает автоматический синтез всех возможных вариантов маршрута обработки функциональных модулей любых

уровней сложности на основе моделирования состояния качества по этапам обработки компонентов ФМ, с возможностью дальнейшей их оптимизации по критериям предпочтения.

На этапе разработки технологических процессов обработки деталей машин следует стремиться к минимизации погрешностей обработки и снижению себестоимости производства. Разработка схем базирования и установки оказывает существенное влияние на точность обработки заготовок. Ранее был приведен вариант корректировки ГОСТ 21495-76 «Базы в машиностроении. Термины и определения», который соответствует требованиям современного производства и хорошо согласуется с требованиями к формализации процедуры синтеза схем базирования и установки. Процедура синтеза схем базирования и установки является второй процедурой синтетического этапа индивидуального проектирования технологических процессов механической обработки [21].

В настоящей работе развита и дополнена методика синтеза схем базирования, которая позволяет четко и однозначно по формальным правилам назначать вид компонентов (установочная, направляющая, опорная, двойная опорная и т. д.) комплекта операционных технологических баз при проектировании технологических процессов механической обработки заготовок корпусных деталей (в зависимости от ориентации ФМ относительно того или иного комплекта проектных технологических баз). Для чего определена совокупность комплектов технологических баз, используемая при проектном базировании заготовок. Разработаны таблицы однозначности ориентации и достаточности задания допусков относительных поворотов главных поверхностей функциональных модулей относительно комплектов операционных технологических баз. В символьном и текстовом виде разработаны алгоритмы назначения вида компонентов комплекта технологических баз, а так же примеры их реализации.

Приводится методика выработки рекомендаций по назначению оптимального состава компонентов схемы установки при базировании сопряже-

нием. Также показаны рекомендуемые графические обозначения ряда установочных устройств и опор, отсутствующих в ГОСТ 3.1107-81 (СТ СЭВ 1803-79) «Опоры, зажимы и установочные устройства. Графические обозначения».

Изложена методика синтеза маршрута обработки заготовки (третья процедура синтетического этапа [21]) корпусных деталей, на основе алгоритма определения и анализа комплектов проектных операционных технологических баз, сокращающая число вариантов различных маршрутов обработки корпусной детали. Начата разработка методики синтеза операций механической обработки заготовок корпусных деталей машин.

1. МЕТОДЫ НАЗНАЧЕНИЯ МАРШРУТА ОБРАБОТКИ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ МОДУЛЕЙ

В процессе механической обработки деталей машин изменение состояния ФМ детали от исходного до конечного, как правило, осуществляется за несколько технологических переходов, по мере выполнения которых постепенно повышаются показатели его качества. На основе анализа работы технологических бюро машиностроительных предприятий и анализа литературных источников установлено, что существует два метода определения маршрутов обработки ФМ:

- 1) с помощью синтеза возможных вариантов маршрута на основе моделирования состояния показателей его качества;
- 2) с помощью стандартных маршрутов, применяемых на том или ином предприятии.

1.1. Алгоритм синтеза маршрута обработки функциональных модулей

Для реализации первого метода разработан алгоритм и программа на языке DELPHI 5.0 для автоматического синтеза всех возможных вариантов маршрутов обработки для ФМ любой сложности.

Исходными данными для расчета являются: классификатор переходов механической обработки деталей, классификатор ФМ нулевого ранга, таблицы соответствия кода поверхности набору кодов переходов, таблица уточненных переходов (Приложения 1-4). С помощью иерархического классификатора ФМ формируется шестизначный код ФМ нулевого ранга (Рис. 1.1). Здесь 221212 – ФМ нулевого ранга, вращения, функциональный, элементарный, цилиндр, открытый, внутренний. Пусть для него $IT=7$, $HRC=30$, $D=25$ мм., $R=43$ мм.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении / Ю.М.Солжменцев, В.Г.Митрофанов, А.Ф.Прохоров и др.; Под общ. ред. Ю.М.Солжменцева, В.Г.Митрофанова. — М.: Машиностроение, 1986. -256с.
2. Автоматизация проектно-конструкторских работ и технологической подготовки производства в машиностроении. Т.1. Под общ. ред. О.И.Семеновича. Минск, "Вышэйшая школа", 1976.-320с.
3. Бабак В.Ф. Модели и методы конструирования интеллектуальных САПР ТПмеханообработки. — М.: ВНИИТЭМР, 1990. -56с.
4. Беляков Н.В. Алгоритм формирования маршрута обработки типовых компонентов деталей машин // Молодежь и наука на пороге 3 тысячелетия. Мозырь: МГПИим. Н.К. Крупской, 2001. — с.5-9.
5. Беляков Н.В. Алгоритм синтеза установочных компонентов при механической обработке корпусных деталей // Тезисы докладов 35 научно-технической конференции преподавателей и студентов, Витебск: УО «ВГТУ», 2002. — с. 31-32.
6. Беляков Н.В., Макашинский Е.И. Формализация проектирования схемы базирования заготовок корпусных деталей машин // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 17. Под ред. И.П. Филанова. — Мн.: УП «Технопринт», 2001. — с.97-101.
7. Беляков Н.В., Погребняк Ю.С. Обеспечение точности базирования при обработке корпусных деталей машин // Материалы докладов и сообщений 8 студенческой научной конференции в 2-х частях. Ч.1. — Мозырь: МГПИим. Крупской, 2001. — с.57-59.
8. Беляков Н.В., Макашинский Е.И., Макашинский Ю.Е. Синтез схем установки заготовок корпусных деталей машин // Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18. Под ред. И.П. Филанова. — Мн.: УП «Технопринт», 2002. — с. 98-104.

9. Беляков Н.В., Махаринский Е.И. Синтез маршрута обработки корпусных деталей машин // *Машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып. 18.* Под ред. ИП Филюнова. – Мн.: УП «Технопринт», 2002. – с. 93-98.

10. Бирюков В.В., Дьяченко С.А. САПР технологических процессов обработки деталей типа тел вращения и корпусов // *Станки и инструменты-1991-№1.* -с17-18.

11. Быков В.Г. Методическое обеспечение САПР в машиностроении. – Л.: *Машиностроение*, 1989. -255с.

12. Верченко В.Н. Система ускоренной технологической подготовки производства на базе комплексной стандартизации ее элементов. Обзор. – М: *Издательство стандартов*, 1972. -45с.

13. Голюденко Б.А., Смолянцев В.П., Черная Г.А. Интерактивная система автоматизированного проектирования технологических процессов обработки резанием // *Вестник машиностроения.* -1990-№11. -с.26-27.

14. Гусев Ю.В., Щуклин А.А., Гранкин В.И. Экспериментальная отработка типовых технологических процессов обработки основных видов поверхностей плоских и корпусных деталей в зависимости от размеров, класса точности, шероховатости поверхностей. – М: *Оргстанкипром*, 1979. -151с.

15. Зарубин В.М., Капустин Н. М. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства. – М: *Машиностроение*, 1979. -488с.

16. Кирьянов В.Н., Брон А. М. Антонов Ю. И и др. Автоматизация технологической подготовки производства для обработки корпусных деталей на многоцелевых станках с ЧПУ и ГПС на их основе. Методические рекомендации. – М: *ЭНИМС*, 1985. -99с.

17. Колесов И.М. Основы технологии машиностроения. Учеб. для машиностроит. Спец. Вузов. –М: *Высш. шк.*, 1999. -591с.

18. Коммисаров В.И., Леонтьев В.И. Точность, производительность и надежность в системах проектирования технологических процессов. . : *Машиностроение*, 1985. -219с.

19. Курейчик В.М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР. Учебник для вузов. – М.: Радио и связь, 1990.-252с.
20. Металли А.А. Технология машиностроения. Л.: Машиностроение, 1985.-464с.
21. Матвеевский Е.И., Горюнов В.А. Основы технологии машиностроения: Учебник. – М.: Высш. шк., 1997.-423с.
22. Матвеевский Е.И., Матвеевский Ю.Е., Святицкий В.И. Основы теории проектирования технических систем. Учеб. пособие для студентов вузов. – Рязань: Издательство ВГТУ, 1998.-236с.
23. Митрофанов С.П., Гуляков Ю.А., Куликов Д.Д. Автоматизация технологической подготовки серийного производства. – М.: Машиностроение, 1974.-287с.
24. Нуренков И. П. Основы автоматизированного проектирования. Учеб. для вузов. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2000.-360с.
25. Павлов В.В., Кужоре В.С., Сакалов В. Н. и др. Проектирование технологических процессов механической обработки резанием по типовым математическим моделям. – М., ВНИИМАЦ 1984.-144с.
26. Разработка САПР: В10 кн./ Петров А.В., Чернышев В.М., Данчул А.Н. и др. Под ред. А.В. Петрова.–М.: Высш. шк., 1990.
27. Свешников Е.П., Ганькин Е.А., Яковлев С.К. и др. Система автоматического проектирования технологических процессов механической обработки деталей в диалоговом режиме.– Л.: ЛДНТИ, 1988.-22с.
28. Системы автоматизированного проектирования. В 9-ти кн. Кн. 6. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования. Учеб. пособие для вузов / Н.М.Клуштин, Г.Н.Вильдер; Под ред. И.П.Нуренкова.–М.: Высш. Шк., 1986. – 125 с.
29. Системы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении / Р.А. Алика, В.И. Борованский, А.Г. Бурин и др.; Под общ. ред. Р.А. Алика. –Л.: Машиностроение, 1986.-287с.

30. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов/ С.Н.Корчак, А.А.Копин, А.Г.Ракович, Е.И. Сеницын. Под общ. ред. С.Н.Корчака.—М.: Машиностроение, 1988.-352с.

31. Системное проектирование интегрированных АСУ ПТС машиностроения / Ю.М.Соломенцев, В.А.Исаиченко, В.Я. Польжский и др.; Под общ. ред. Ю.М.Соломенцева и др.—М.: Машиностроение, 1988.-488с.

32. Старостин В.Г. Лелюхин В.Е. Формализация проектирования процессов обработки резанием. - М.: Машиностроение, 1986.-136с.

33. Стулаченко А.А. САПР технологических операций. —Л.: Машиностроение, 1988.-234с.

34. Технологии машиностроения: В 2 т.: Учеб. для вузов. Т.1: Основы технологии машиностроения / Бурцев В.М., Васильев А.С., Дальский А.М. и др.; Под ред. А.М. Дальского. —М.: Изд-во МГТУ им Н.Э. Баумана, 1997.-564с.

35. Ткачева О.Н., Кузнецов А.П. Современные автоматизированные системы проектирования технологических процессов в машиностроении. — М: НИИМАШ, 1984.-72с.

36. Ткаченко Л.С., Соусь А.В., Яковицкий Э.Ф. Основы автоматизации проектирования технологических процессов обработки резанием. — Мн.: Наука и техника, 1978.-159с.

37. Хокс Б. Автоматизированное проектирование и производство: Пер. с англ.—М.: Мир, 1991.-296с.

38. Хорафас Д., Лейт С. Конструкторские базы данных/ пер. с англ. Д.Ф. Миронова.—М.: Машиностроение, 1990.Грувер М., Зиммерс Э. САПР и автоматизация производства. Пер. с англ.—М.: Мир, 1987.-224с.

39. Цветков В.Д., Петровский А.И., Толкачев А.А. Проблемно-ориентированные языки систем автоматизированного технологического проектирования / Под ред. П.И. Яценко.— Мн.: Наука и техника, 1984.-192с.

40. Цветков В.Д. Система автоматизированного проектирования технологических процессов. – М.: Машиностроение, 1972.-240с.

41. Цветков В.Д. Системно-структурное моделирование и автоматизация проектирования технологических процессов. Минск: Наука и техника, 1979,-256с.

42. Шпур Г., Ф.-Л. Краузе Автоматизированное проектирование в машиностроении / Пер. с нем. Г.Д.Волковой и др.; Под ред. Ю.М. Соломенцева, В.П. Диденко. – М.: Машиностроение, 1988.-648с.

43. Шрайбман С.М., Эстерзон М.А. Технологическая подготовка обработки корпусных деталей на многоинструментальных станках с ЧПУ. – М: Наука, 1978.-51с.

44. Экспериментальная отработка типовых технологических процессов обработки основных видов поверхностей плоских и корпусных деталей в зависимости от размеров, класса точности, шероховатости поверхностей. Методические рекомендации. – М. ин-т «Оргстанкинпром», 1977.-126с.