

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ

**«ВИТЕБСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**


б.а.т. 004

УДК 658.512

№ госрегистрации 20081468

Инв. № _____

УТВЕРЖДАЮ
Проректор по научной работе
УО «ВГТУ»
[подпись] В.В. Пятов
« 15 » _____ 2010г.



ОТЧЕТ

о научно-исследовательской работе

Разработать и внедрить систему моделей, математических методов и программных средств структурного синтеза технологических процессов механической обработки заготовок класса «некруглые стержни»

(заключительный)

Договор с БРФФИ № Ф08М-027 от 1 апреля 2008 года

2008-БРФФИ-607

Начальник НИС

Руководитель задания

Нормоконтролер



С.А. Беликов

Н.В. Беляков

Ю.Е. Махаринский

Витебск

– 2010 –

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Руководитель работы,
ст. преп. каф. ТиОМП



15.03.10

Н.В. Беляков
(Введение, основная часть,
заключение)

Ответственный исполнитель,
ассистент кафедры ТиОМП



15.03.10

А.С. Фирсов
(Оформление отчета)


Исполнитель,
Магистрант кафедры ТиОМП



15.03.10

Е.В. Мацкевич
(Основная часть)

Исполнитель,
студент гр. Тм-18



15.03.10

М.А. Боголидов
(Основная часть)



РЕФЕРАТ

Заключительный отчет 182 с., 45 рис., 17 табл., 59 источников, 12 прил.

НЕКРУГЛЫЕ СТЕРЖНИ, ФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ МОДУЛЬ, КОНСТРУКТИВНЫЙ ЭЛЕМЕНТ, КЛАССИФИКАТОР, ПОВЕРХНОСТЬ, КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ, ГРАФЫ, РАЗМЕРНЫЕ И УГЛОВЫЕ СВЯЗИ, МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА, ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РЕГЛАМЕНТ, БАЗИРОВАНИЕ, КОМПЛЕКТ БАЗ, АЛГОРИТМ

Объект разработки – машиностроительные изделия, в частности детали класса «некруглые стержни», конструктивные элементы и геометрические связи между ними, технологические маршруты их механической обработки, а также процедуры проектирования технологических процессов.

Целью исследования являлось создание методического, математического, алгоритмического и программного обеспечения для универсальных САПР ТП синтеза индивидуальных технологических процессов механической обработки нетиповых оригинальных деталей класса «некруглые стержни».

Для исследования и решения поставленных в работе задач использовались методы теории автоматизации проектирования, системно-структурного анализа и моделирования, алгебры логики, теории множеств, теории графов и теории базирования. Проводился анализ конструкторской и технологической документации на детали класса «некруглые стержни» в соответствующих бюро машиностроительных заводов Витебской области (ОАО «ВИЗАС», РУП «ВИСТАН», РУПП «Красный борец», РУП «ВЗТЗЧ»), а также анализ литературных источников.

Структуру технологического процесса механической обработки заготовок предлагается формировать на основе анализа размерных и угловых связей между главными поверхностями конструктивных элементов (функциональных модулей (ФМ)) на этапах типовой схемы обработки заготовок. Для этого формируется конструктивно-технологическая модель состояния заготовки с использованием технологических регламентов обработки ФМ, модели синтеза возможных маршрутов обработки и графов размерных и угловых

связей на этапе. Совместный анализ графов, по предложенному алгоритму, позволяет автоматически формировать множество комплектов баз ориентации ФМ. В свою очередь, анализ комплектов позволяет сформировать порядок обработки ФМ и порядок смены комплектов баз. Предложен алгоритм определения состава установочных элементов схемы установки для заготовок. Представление методов, моделей и алгоритмов на языке теории множеств, алгебры логики, теории графов позволило реализовать на ЭВМ и доказать их работоспособность.

Результаты работы могут быть полезны инженерно-техническим работникам машиностроительных предприятий занимающихся проектированием и внедрением технологических процессов механической обработки, разработчикам САПР ТП механической обработки. Они также могут использоваться студентами машиностроительных специальностей вузов.

СОДЕРЖАНИЕ

Введение.....	7
1. Принципы классификации и классификаторы элементов конструкции деталей класса «некруглые стержни».....	9
2. Метод формирования конструктивно- технологического образа деталей класса «некруглые стержни» в задаче синтеза схем базирования и порядка обработки заготовок	16
3. Методическое, алгоритмическое и программное обеспечение назначения маршрута обработки элементов конструкции заготовок класса «некруглые стержни».....	30
4. Методическое и алгоритмическое обеспечение определения порядка обработки заготовок класса «некруглые стержни». Программное обеспечение идентификации комплектов баз	42
5. Алгоритмы и программное обеспечение синтеза задания на проектирование станочных приспособлений механической обработки заготовок класса «некруглые стержни».....	65
Заключение.....	85
Список использованных источников.....	91
Приложения.....	97
Приложение А. Классификатор ФМ деталей класса «некруглые стержни» по служебному назначению.....	97
Приложение Б. Возможные варианты частных случаев на базе комплексных функциональных модулей деталей класса «некруглые стержни»...	99
Приложение В. Типовые схемы обработки деталей.....	101
Приложение Г. Схемы распределения припуска по этапам типовой схемы обработки детали и технологические регламенты.....	103
Приложение Д. Классификатор переходов механической обработки деталей класса «некруглые стержни».....	106

Приложение Е. Таблица соответствия простейших ФМ коду перехода...	108
Приложение Ж. Таблица уточненных переходов.....	109
Приложение И. Листинг фрагментов программного обеспечения формирования конструкторско-технологической модели заготовки.....	112
Приложение К. Листинг фрагментов программного обеспечения определения маршрута обработки.....	142
Приложение Л. Алгоритм определения вида компонентов комплекта баз.....	150
Приложение М. Уравнения для определения сложности состава установочных и установочно-зажимных элементов.....	156
Приложение Н. Листинг основных фрагментов программного обеспечения структурного синтеза состава элементов теоретической схемы установки заготовок класса «некруглые стержни».....	157
Приложение П. Акты о внедрении.....	179

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Автоматизация проектирования ТП и средств оснащения / под ред. А. Г. Раковича. – Минск : Институт технической кибернетики НАН Беларуси, 1997. – 276 с.
2. Автоматизация проектирования технологических процессов в машиностроении / В. С. Корсаков [и др.] ; под общ. ред. Н. М. Капустина. – Москва : Машиностроение, 1985. – 304 с.
3. Автоматизированное проектирование и производство в машиностроении / Ю. М. Соломенцев [и др.] ; под общ. ред. Ю. М. Соломенцева, В. Г. Митрофанова. – Москва : Машиностроение, 1986. – 256 с.
4. Бабак, В. Ф. Модели и методы конструирования интеллектуальных САПР ТП механообработки / В. Ф. Бабак. – Москва : ВНИИТЭМР, 1990. – 56 с.
5. Беляков, Н. В. Формализация проектирования технологических процессов механической обработки корпусных деталей машин : научное издание / Н. В. Беляков, Е. И. Махаринский, Ю. Е. Махаринский. – Витебск : УО «ВГТУ», 2006. – 147 с.
6. Бирюков, В. В. САПР технологических процессов обработки деталей типа тел вращения и корпусов / В. В. Бирюков, С. А. Дьяченко // Станки и инструменты. – 1991. – № 1. – С. 17–18.
7. Боголюбов, Я. М. Система поддержки принятия решений при проектировании технологических процессов обработки на агрегатных станках / Я. М. Боголюбов, Н. Н. Гущинский, Г. Н. Левин // Моделирование интеллектуальных процессов проектирования, производства и управления : сборник научных трудов / под ред. В. И. Махнача ; Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2003. – С. 191–198.
8. Быков, В. Г. Методическое обеспечение САПР в машиностроении / В. Г. Быков. – Ленинград : Машиностроение, 1989. – 255 с.

9. Быков, А. В. ADEM CAD/CAM/TDM Черчение, моделирование, механо-обработка / А. В. Быков, В. В. Силин. – Санкт-Петербург : BMV-Петербург, 2003. – 319 с.
10. Гаврилов, Т. А. Базы знаний интеллектуальных систем / Т. А. Гаврилов, В. Ф. Хорошевский. – Санкт-Петербург : Питер, 2000. – 384 с.
11. Гафуров, Х. Л. САПР : учебное пособие для средних специальных учебных заведений / Х. Л. Гафуров, В. П. Смирнов. – Санкт - Петербург : Судостроение, 2000. – 234 с.
12. Горанский, Г. К. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства / Г. К. Горанский, Э. И. Бендерова. – Москва : Машиностроение, 1981. – 456 с.
13. Грувер, М. САПР и автоматизация производства / М. Грувер, Э. Зиммерс ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1987. – 224 с.
14. Губич, Л. В. Автоматизация процессов проектирования в машиностроении / Л. В. Губич. – Минск : ОИПИ НАН Беларуси, 2002. – 308 с.
15. Допуски и посадки : справочник. В двух томах. Том 1. / В. Д. Мягков [и др.]. – 6-изд. – ЛЕНИНГРАД : Машиностроение, 1982. – 543с.
16. Зарубин, В. М. Автоматизированная система проектирования технологических процессов механосборочного производства / В. М. Зарубин, Н. М. Капустин. – Москва : Машиностроение, 1979. – 488 с.
17. Иващенко, И. А. Технологические размерные расчеты и способы их автоматизации / И. А. Иващенко. – Москва : Машиностроение, 1975. – 222 с.
18. Информационно-поисковая система технологического назначения / под общ. ред. Н. А. Ярмоша. – Минск : ИТК АН БССР, 1978. – 159 с.
19. Кочуров, В. А. Система кодирования конструкторской и технологической подготовки производства в машиностроении / В. А. Кочуров // Вычислительная техника в машиностроении / ИТК АН БССР. – Минск, 1976. – Вып. 3. – С. 29.
20. Капустин, Н. М. Моделирование на ЭВМ интеллектуальной деятельности технолога при проектировании технологических процессов механической обра-

ботки / Н. М. Капустин, А. В. Семенов // Вестник машиностроения. – 1987. – № 6. – С. 39–43

21. Колесов, И. М. Основы технологии машиностроения : учебник для машиностроительных спец. вузов / И. М. Колесов. – Москва : Высшая школа, 1999. – 591 с.

22. Колыбенко, Е. И. Системные знания теории базирования в машиностроении / Е. И. Колыбенко // Вестник машиностроения. – 2005. – №10, 11.

23. Кункевич, Д. П. Автоматизация структурного синтеза сборочно-сварочных приспособлений // Информатика, 2004, №3. – С. 115-121.

24. Курейчик, В. М. Математическое обеспечение конструкторского и технологического проектирования с применением САПР : учебник для вузов / В. М. Курейчик. – Москва : Радио и связь, 1990. – 352с.

25. Махаринский, Е. И. Основы технологии машиностроения : учебник / Е. И. Махаринский, В. А. Горохов. – Минск : Вышэйшая школа, 1997. – 423 с.

26. Махнач, В. И. Алгоритмизация проектирования технологических процессов механообработки на основе матричного представления проектных решений / В. И. Махнач, Г. К. Горанский, А. Г. Гривачевский // Моделирование и информационные технологии проектирования : сборник научных трудов / ИТК НАНБ. – Минск, 2000. – С. 4–11.

27. Митрофанов, С. П. Групповая технология машиностроительного производства : в 2 т. / С. П. Митрофанов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Ленинград : Машиностроение, 1983. – 2 т.

28. Михалев, С. Б. Автоматизация процессов подготовки производства / С. Б. Михалев. – Минск : Беларусь, 1973. – 288 с.

29. Норенков, И. П. Основы автоматизированного проектирования : учебник для вузов / И. П. Норенков. – Москва : Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2000. – 360 с.

30. Основы САПР CAD/CAM/CAE / Кунву Ли [и др.] ; пер. с англ. – Санкт-Петербург, 2004. – 559с.

31. Применение ЭВМ в технологической подготовке серийного производства / С. П. Митрофанов [и др.]. – Москва : Машиностроение, 1981. – 287 с.
32. Проектирование технологии : учебник для вузов / И. М. Баранчукова [и др.] ; под ред. Ю. Б. Соломенцева. – Москва : Машиностроение, 1990. – 416 с.
33. Проектирование технологических процессов в машиностроении : учебное пособие для вузов / И. П. Филонов [и др.] ; под общ. ред. И. П. Филонова. – Минск : УП «Технопринт», 2003. – 910 с.
34. Разработка САПР : в 10 кн. / А. В. Петров [и др.] ; под ред. А. В. Петрова. – Москва : Высшая школа, 1990. – 10 кн.
35. Ракович, А. Г. Основы автоматизации проектирования технологических приспособлений / А. Г. Ракович ; под ред. Е. А. Стародетко. – Минск : Наука и техника, 1985. – 285 с.
36. САПР. Проектирование технологических процессов механической обработки резанием по типовым математическим моделям : методические рекомендации. МР 109-84. / В. В. Павлов [и др.]. – Москва : ВНИИНМАШ, 1984. – 144с.
37. Саратов, А. А. Математическое моделирование процесса выбора баз при машинном проектировании технологических процессов / А. А. Саратов // Автоматизация технической подготовки производства / Ин-т технической кибернетики АН БССР. – Минск, 1975. – Вып. 19. – С. 54–64.
38. Системы автоматизированного проектирования изделий и технологических процессов в машиностроении / Р. А. Аллик [и др.] ; под общ. ред. Р. А. Аллика. – Ленинград : Машиностроение, 1986. – 287 с.
39. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов / С. Н. Корчак [и др.] ; под общ. ред. С. Н. Корчака. – Москва : Машиностроение, 1988. – 352 с.
40. Системы автоматизированного проектирования : учеб. пособие для втузов. В 9 кн. Кн. 6. Капустин, Н. М. Автоматизация конструкторского и технологического проектирования / Н. М. Капустин, Г. Н. Васильев ; под ред. И. П. Норенкова. – Москва : Высшая школа, 1986. – 125 с.

41. Старостин, В. Г. Формализация проектирования процессов обработки резанием / В. Г. Старостин, В. Е. Лелюхин. – Москва : Машиностроение, 1986. – 136 с.
42. Ступаченко, А. А. САПР технологических операций / А. А. Ступаченко. – Ленинград : Машиностроение, 1988. – 234 с.
43. Ткаченко, Л. С. Основы автоматизации проектирования технологических процессов обработки резанием / Л. С. Ткаченко, А. В. Соусь, Э. Ф. Яковицкий. – Минск : Наука и техника, 1978. – 159 с.
44. Технология машиностроения. В 2 кн. Кн. 1. Основы технологии машиностроения : учеб. пособие для вузов / Э. Л. Жуков [и др.] ; под ред. С. Л. Мурашкина. – Москва : Высшая школа, 2003. – 278 с.
45. Технология машиностроения : учебник для вузов. В 2 т. Т. 1. Основы технологии машиностроения / В. М. Бурцев [и др.] ; под ред. А. М. Дальского. – Москва : Изд-во МГТУ им Н. Э. Баумана, 1997. – 564 с.
46. Технологические основы гибких производственных систем : учебник для машиностроительных специальностей вузов / В. А. Медведев [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева. – 2-е изд., испр. – Москва : Высшая школа, 2000. – 255 с.
47. Хейфец, М. Л. Автоматизация технологической подготовки производства / М. Л. Хейфец, В. С. Точило, С. В. Пальвинский // Моделирование и информационные технологии проектирования : сборник научных трудов. – Минск, 2000. – С. 41–47.
48. Хокс, Б. Автоматизированное проектирование и производство / Б. Хокс ; пер. с англ. – Москва : Мир, 1991. – 296 с.
49. Хорафас, Д. Конструкторские базы данных / Д. Хорафас, С. Легг ; пер. с англ. Д. Ф. Миронова. – Москва : Машиностроение, 1990. – 234с.
50. Цепи размерные. Расчет технологических размерных цепей / В. В. Матвеев [и др.]. – Москва : ВНИИНМАШ, 1982. – 226 с.
51. Цветков, В. Д. Модели инженерных знаний в интеллектуальных САПР / В. Д. Цветков // Моделирование интеллектуальных процессов проектирования, производства и управления : сборник научных трудов / под ред. В. И. Махнача,

Е. В. Владимирова ; Объединенный институт проблем информатики Национальной академии наук Беларуси. – Минск, 2003. – С. 93–98.

52. Цветков, В. Д. Проблемно-ориентированные языки систем автоматизированного технологического проектирования / В. Д. Цветков, А. И. Петровский, А. А. Толкачев ; под ред. П. И. Ящерицына. – Минск : Наука и техника, 1984. – 192 с.

53. Цветков, В. Д. Система автоматизированного проектирования технологических процессов / В. Д. Цветков. – Москва : Машиностроение, 1972. – 240 с.

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

55. Челищев, Б. Е. Автоматизированные системы технологической подготовки производства / Б. Е. Челищев, И. В. Боброва. – Москва : Энергия, 1975. – 136 с.

56. Шпур, Г. Автоматизированное проектирование в машиностроении / Г. Шпур, Ф.-Л. Краузе ; пер. с нем. Г. Д. Волковой [и др.] ; под ред. Ю. М. Соломенцева, В. П. Диденко. – Москва : Машиностроение, 1988. – 648 с.

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

58. Элементы теории автоматизации машиностроительного проектирования с помощью вычислительной техники / Г. К. Горанский [и др.]. – Минск : Наука и техника, 1970. – 51 с.

59. Ярмош, Н. А. Автоматизация информационных процессов проектирования / Н. А. Ярмош. – Минск : Наука и техника, 1984. – 256 с.