

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

Витебский государственный технологический университет

УДК 621.

№ гос. регистрации. 1995473.....

Инв. №.....



..... 1996

ОТЧЕТ  
по научно-исследовательской работе

Создание новых технологических процессов и средств  
производства с целью повышения эффективности серийно-  
го производства деталей машин и приборов

(5/5 - 105)

(заключительный)

Начальник научно-исследо-  
вательского сектора

Е. И. Правдивый

Зав. кафедрой "Технология  
и оборудование машино-  
строительного производст-  
ва", научный руководитель  
темы, к. т. н.

В. И. Олышанский

Витебск  
1996

Библиотека ВГТУ



Р Е Ф Е Р А Т

Отчет выполнен на 115 листах, количество иллюстраций 50, количество таблиц 2, количество книг отчета - одна, количество использованных источников 27.

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** привод, шкив, подача, точность, шпиндель, жесткость, оптимизация, автоматизация, расчет, режимы, себестоимость, дизайн, выразительность, композиция, колодка.

В работе рассмотрены вопросы автоматизированного расчета и проектирования отдельных механизмов и деталей металлорежущих станков: ременный привод шпинделя станков шлифовальной группы, коробки передач, механизма точных подач, шпиндельной группы. Разработаны алгоритмы расчета перечисленных механизмов в автоматическом и в диалоговом режимах, позволяющие выбирать оптимальные конструкции и точностные параметры отдельных деталей, составляющих механизмы, а также программы проектирования отдельных деталей по выбору проектанта.

В работе также рассмотрены вопросы автоматизированного расчета режимов резания для корпусных деталей серийного производства с помощью ЭВМ. С этой целью проведена классификация оборудования методов формообразования, структуры операций, моделей расчета параметров режимов резания, структуры вспомогательных процедур. Разработаны модели для расчета затрат времени на вспомогательные процедуры и расчета себестоимости деталей. Разработаны алгоритмы расчета режимов резания, норм времени, себестоимости.

Разработаны программы на языке "Паскаль". Программы применяются при курсовом и дипломном проектировании по технологии машиностроения, металлорежущим станкам. Может быть использована на станкостроительных заводах.

Объектом исследования также явились и образцы товаров народного потребления, выпускаемых машиностроительными предприятиями г. Витебска, с целью повышения эстетических и технологических параметров. Предложенные варианты имеют более выразительную форму и, как следствие, лучший сбыт. Даны рекомендации предприятиям.

Исследованы и разработаны структуры и состав переходов для изготовления обухных колодок методом технологии послойного синтеза. Применение принципиально новой технологии основано на непосредственном преобразовании графической информации (с чертежа) в готовое изделие.

• **Бібліятэка**  
Віцебскага дзяржаўнага  
тэхналагічнага ўніверсітэта  
інв №

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ:

- |                  |   |
|------------------|---|
| к. т. н., доцент | Е. В. Белов (6; 6.1; 6.2; 6.3)  |
| ст. препод.      | А. Г. Василевский (7; 7.1; 7.2)   |
| ст. препод.      | Г. П. Ильичева (4; 4.1; 4.2; 4.3; 4.4;<br>5; 5.1; 5.2; 5.3; 5.4)        |
| к. т. н., доцент | И. Д. Меницкий (введение, 1.1; 1.2; 1.3;<br>2.1; 2.2; 2.3; 2.4)         |
| к. т. н., доцент | Д. Н. Свицкий (8)   |
| к. т. н., доцент | В. М. Ходьков (1.1; 1.3; 2.1)   |
| к. т. н., доцент | А. А. Угольников (3.1; 3.2)   |
| к. т. н., доцент | В. С. Мисевич ( введение, 9.1, 9.2, 9.3,<br>9.4, 9.5, 9.6, заключение.) |
| ассистент        | О. С. Коршунов ( 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7).                              |

|                          |   |
|--------------------------|---|
| РЕФЕРАТ.....             | 2 |
| СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ..... | 3 |

## СО Д Е Р Ж А Н И Е :

|   |    |
|---|----|
| ВВЕДЕНИЕ.....   | 6  |
| 1. ЭЛЕМЕНТЫ САПР ГЛАВНОГО ПРИВОДА С РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧЕЙ.....   | 7  |
| 1.1. Выбор направления исследований.....  | 7  |
| 1.2. Теоретические исследования.....  | 9  |
| 1.3. Алгоритм расчета ременной передачи.....  | 9  |
| 2. ЭЛЕМЕНТЫ САПР МЕХАНИЗМА ТОНКИХ ПОДАЧ.....  | 13 |
| 2.1. Выбор направления исследования.....  | 13 |
| 2.2. Теоретические исследования.....  | 13 |
| 2.3. Алгоритм расчета точности механизма подач.....   | 14 |
| 2.4. Алгоритм расчета мертвого хода механизма подач.....  | 15 |
| 3. ЭЛЕМЕНТЫ САПР КОРОБОК ПЕРЕДАЧ И ШПИДЕЛЬНЫХ ГРУПП.....  | 16 |
| 3.1. Выбор направления исследования.....  | 16 |
| 3.2. Элементы САПР шпиндельного узла.....   | 16 |
| 3.2.1. Расчет сил резания, мощности резания и крутящего момента на шпинделе.....  | 22 |
| 3.2.2. Расчет шпинделя.....   | 22 |
| 3.2.3. Расчет шпинделя на жесткость.....  | 22 |
| 3.2.4. Проверочный расчет шпинделя на точность.....   | 23 |
| 3.2.5. Расчет валов на прочность и выносливость.....  | 25 |
| 3.2.6. Графический редактор деталей коробок скоростей.....  | 25 |
| 3.2.7. Список процедур программы "Search" и их значение.....  | 27 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 28 |
| 4. ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ С ПОМОЩЬЮ ЭВМ.....   | 29 |
| 4.1. Выбор направления исследований.....  | 30 |
| 4.2. Классификация оборудования, методов формообразования, структуры операции.....  | 31 |
| 4.3. Классификация моделей для расчета параметров режимов резания и ограничений.....  | 34 |
| 5. АВТОМАТИЗАЦИЯ РАСЧЕТА РЕЖИМОВ РЕЗАНИЯ.....   | 40 |
| 5.1. Обоснование структуры системы.....   | 42 |
| 5.2. Разработка функциональных блоков системы.....  | 43 |
| 5.3. Формирование массивов и вывод элементов нормативно-справочной информации.....  | 57 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 61 |
| 6. АНАЛИЗ ЭСТЕТИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ ТИП.....  | 63 |
| 6.1. Эстетическая и технологическая характеристика машинки закаточной с точки зрения эксплуатации, внешнего вида и технологии изготовления..... | 63 |
| 6.2. Эстетическая и технологическая характеристика открывателя банок с точки зрения эксплуатации, внешнего вида и технологии изготовления.....  | 66 |

|   |     |
|---|-----|
| 6.3. Эстетическая и технологическая характеристика подставки для книг с точки зрения эксплуатации, внешнего вида и технологии изготовления..... | 69  |
| 7. СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ В РЕАЛИЗАЦИИ ГПК НА ОСНОВЕ ТПС.....  | 69  |
| 7.1. Исследование структуры и состава баз данных методов и средств изготовления моделей обученных колодок методом ТПС.....                      | 69  |
| 7.1.1. Способы сборки слоев.....  | 69  |
| 7.1.2. Методы термосоединения листовых полимерных материалов.....   | 74  |
| 7.1.3. Адгезивы для склеивания пленочных полимерных материалов на основе полистирола.....   | 85  |
| 7.2. ГПМ для изготовления моделей обученных колодок методом ТПС.....  | 86  |
| 8. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ГАП ДЕТАЛЕЙ МАШИИ И ПРИБОРОВ ИЗ ФОТОПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ МАТЕРИАЛОВ.....                        | 92  |
| 9. РАЗРАБОТКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ОСНОВ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ СИНХРОННОЙ СВЯЗИ ПОВЫШЕННОЙ ТОЧНОСТИ ДЛЯ ЗУБОФРЕЗЕРНЫХ ГПМ.....                              | 96  |
| ВВЕДЕНИЕ..  | 96  |
| 9.1. Исходные предпосылки.....  | 96  |
| 9.2. Применение системного подхода к разработке и исследованию зубофрезерных станков с системной синхронной связью (ССС)....                    | 98  |
| 9.3. Разработка элементарной кинематической структуры для вращения инструмента на зубофрезерном станке с СССР.....                              | 100 |
| 9.4. Разработка элементарной кинематической структуры для вращения изделия на зубофрезерном станке с СССР.....                                  | 103 |
| 9.5. Разработка теоретических основ построения систем синхронной связи повышенной точности.....   | 105 |
| 9.6. Разработка систем синхронной связи для зубофрезерных станков средних размеров.....   | 108 |
| 9.7. Исследование системы синхронной связи с помощью имитационного моделирования.....   | 112 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....   | 112 |
| ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА.....  | 114 |

## В В Е Д Е Н И Е

Выбор варианта конструкции привода шпиндельных узлов и механизма тонкой подачи металлорежущего станка при их проектировании является сложной задачей. Имеющиеся в технической и учебной литературе рекомендации по конструированию и расчету предполагают проведение объемных расчетов.

В приводах главного движения металлорежущих станков (МС) широко применяют ременные передачи. Одним из основных требований, предъявляемых при проектировании ременных передач МС, особенно шлифовальной группы, является обеспечение малых габаритов привода.

Снижению габаритов привода может способствовать надлежащий выбор по тяговой способности для конкретных условий эксплуатации. Например, для высокоскоростных приводов традиционно применяется плоский ремень, но в случае передачи больших мощностей габариты механизма могут быть значительно снижены с применением поликлинового ремня, тяговая способность которого выше. Для тихоходных передач может оказаться наиболее выгодным применение клиновых ремней.

Инженерам, проектирующим МС и машины с ременным приводом, необходим метод ориентировочного предварительного расчета, позволяющий без использования сложного математического аппарата быстро оценить габариты и работоспособность привода с применением того или иного вида ремня.

В станках применяются механизмы подачи разнообразных конструкций и размеров, но общим является наличие конечного сопряжения — винт — гайка, приводимые во вращение тем или иным способом. Количество элементов, составляющих кинематическую цепь механизма тонкой подачи (МТП) и позиционирования, и их суммарное влияние на требуемую точность не всегда может быть заранее точно определены расчетом в связи с разнообразием величин погрешностей отдельных элементов и их случайным характером распределением.

Вышесказанное в полной мере относится и к определению величины мертвого хода при реверсировании направления движения перемещаемого узла МС.

Учитывая, что механизмы подач могут проектироваться для различной точности подачи и позиционирования, следует разработать типовой порядок расчета, предусматривающей все особенности разнообразных конструкций и точности отдельных составляющих звеньев кинематической цепи. В работе рассмотрен вариант механизма подачи, наиболее сложного, встречающегося в МС.

Выбор варианта конструкции, диапазона и способа регулирования частот вращения шпинделей и коробок передач приводов МС и определение их динамических характеристик составляют значительную часть затрат времени при конструировании МС. Использование ЭВМ для выполнения перечисленных задач позволяет быстро и качественно решать сложные конструкторские задачи.

Определение оптимальных режимов резания с помощью ЭВМ является составной частью системы автоматического проектирования технологических процессов, является трудоемкой технико-экономической задачей, решение которой связано с большим объемом вычислений и затрат времени на выбор необходимой информации по справочным таблицам. Решаемая в данной работе задача — это автоматизация определения и расчета оптимальных режимов обработки корпусных деталей в серийном производстве.

ИСПОЛЬЗУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

- Решетов Д.Н. Детали машин. М.: Машиностроение, 1974, 654с.  
Проектирование механических передач / Чернавский С.А. и др. - М.: Машиностроение, 1984. - 560с.  
Скляр В.А., Булатов И.Р. Знакомьтесь: Паскаль! - Мн. Высшая школа, 1988 - 271 с.  
Перминов О.Н. Язык программирования Паскаль. Справочник М.: Радио и связь, 1989 - 128 с.  
Маталин А.А., Данилевский Т.Б., Княжицкий И.И. Многооперационные станки. М. Машиностроение, 1974  
Сигал Я.М. Тенденция развития групповой технологии за рубежом. М.; Машиностроение, 1979  
Горанский Т.К., Бендерова Э.И. Технологическое проектирование в комплексных автоматизированных системах подготовки производства, М. Машиностроение, 1981  
Технологический классификатор деталей машиностроения и приборостроения /Под ред. В.Р.Верченко, М. из-во Стандартов, 1974  
Иллюстрированный определитель деталей общемашиностроительного применения, М. из-во стандартов, 1976  
Общесоюзный классификатор промышленной и сельскохозяйственной продукции, М. из-во стандарт, 1976  
В.Д.Цветков Система автоматизации проектирования технологических процессов. М. Машиностроение, 1972  
С.П.Митрофанов Автоматизация технологической подготовки серийного производства, М. Машиностроение, 1974  
Г.К.Горанский Расчет режимов резания при помощи ЭВМ, Минск, 1963  
Р.А. Монахов и др. Станки с программным управлением. Справочник. М. Машиностроение, 1975  
Н.М.Капустин Разработка технологических процессов обработки деталей машин с помощью ЭВМ, М. Машиностроение, 1976  
Е.И.Махаринский Конспект лекций по технологии машиностроения  
Общемашиностроительные нормативы времени: вспомогательного на обслуживание рабочего места и подготовительно-заключительного, для технического нормирования станочных работ. Серийное производство. - М. Машиностроение, 1974  
Расчет на ЭВМ параметров режимов резания и норм времени для обработки заготовок комплексных деталей на универсальных станках. Под ред. Горохова В.А., Махаринского Е.И. - Витебск, Минвуз БССР ВТИЛП, 1981  
Режимы резания металлов. Справочник под ред. Барановского Ю.В. - М, Машиностроение, 1976  
Справочник технолога-машиностроителя. Под ред. Косиловой А.Г. - М, Машиностроение, 1973  
Станки с программным управлением. Справочник под ред. Манахова Г.А., Оганяна А.А., Кузнецова Ю.И. - М, Машиностроение 1975  
В.Н.Игумнов Расчет оптимальных режимов обработки для станков и автоматических линий - М, Машиностроение, 1974  
Г.К.Горанский Расчет режимов резания при помощи ЭВМ. - Минск, научно-техническая литература, 1963  
Свирский Д.Н. Технологическое обеспечение компактной производственной системы для послойного синтеза деталей из фотополимеров. Автореферат дисс....к.т.н., -М.: МАИ - 15с.

5. Мисевич В.С. Двухпереходный метод фрезерования узких зубчатых колес. // "Станки и инструмент". - 1980, N11, с. 22-24.
6. Мисевич В.С., Нисневич Г.Я. Использование понятия информации при проектировании технологических процессов и автоматических обрабатывающих систем. // Ред. жур. "Станки и инструмент". - М., 1986., 43с. - Деп. в ВНИИТЭМР 19.05.87, N234-мш87.
7. Мисевич В.С., Нисневич Г.Я. Проектирование системы управления с синхронной связью для станков с ЧПУ. // "Станки и инструмент". - 1988, N10, с. 34-36.