

На правах рукописи

ПЛАСТИНКИН Алексей Вениаминович

**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ
СОЗДАНИЯ МЕТОДИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДСИСТЕМЫ
ФОРМИРОВАНИЯ СХЕМ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ
ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПЛАНИРОВАНИЯ
МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ**

Специальность 05.02.08 – Технология машиностроения

Автореферат

диссертации на соискание ученой степени

кандидата технических наук



Саратов 2005

Работа выполнена в ГОУ ВПО
«Саратовский государственный технический университет»

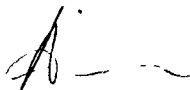
- Научный руководитель:** доктор технических наук, профессор
Бочкарев Петр Юрьевич
- Официальные оппоненты:** доктор технических наук, профессор
Загородских Борис Павлович
кандидат технических наук, доцент
Болкунов Владимир Васильевич
- Ведущая организация:** Институт проблем точной механики
и управления РАН, г. Саратов

Защита состоится 22 февраля 2006 г. в 10 часов на заседании диссертационного совета Д 212.242.02 при ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет» по адресу: 410054, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, ауд. 319 .

С диссертацией можно ознакомиться в научно-технической библиотеке ГОУ ВПО «Саратовский государственный технический университет».

Автореферат разослан «27» декабря 2005 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета



А.А. Игнатъев

2006А
1284

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Проектирование технологических процессов механообработки остается до сих пор одним из самых слабых звеньев в системах автоматизированного проектирования и технологической подготовки производств. Особенно это актуально в случаях разработки техпроцессов для серийных и мелкосерийных производств, которые преобладают сейчас в машиностроении. Это связано с тем, что данный этап проектирования является наименее формализованным и поэтому трудно реализуемым в автоматизированных системах проектирования. Существующие системы используют для проектирования методы разработки технологических процессов, не в полной мере позволяющие учесть особенности конкретной производственной системы, либо предлагают технологу проектирование технологического процесса (ТП) в диалоговом режиме, когда система выступает в качестве автоматизированного справочника и является средством оформления технологической документации для разрабатываемого процесса.

Выйти из сложившейся ситуации возможно путем разработки новых подходов к проектированию технологических процессов, учитывающих характер многономенклатурного серийного и мелкосерийного производства, разработка и внедрение систем автоматизированного проектирования (САПР), автоматизированных систем технологической подготовки производства (АСТПП), основанных на новых принципах создания технологии. Исследованиями в области организации и проектирования технологических процессов занимались С.П. Митрофанов, А.П. Соколовский, В.М. Базров, А.В. Королев и другие.

Однако в настоящее время в существующих методах создания технологии, ориентированных на формализацию процесса проектирования ТП в условиях многономенклатурного серийного и мелкосерийного производства, недостаточно полно отражен этап формирования последовательностей обработки поверхностей деталей с учетом реальных данных о состоянии производственной системы. Поэтому совершенствование методов создания технологии путем полной формализации проектных действий, позволяющих обеспечить разработку ТП в условиях широкой номенклатуры изготавливаемых деталей с учетом складывающейся производственной ситуации, является актуальной задачей на современном этапе развития машиностроения.

Цель работы состоит в совершенствовании технологической подготовки механообрабатывающих производственных систем на основе создания методики и автоматизированной подсистемы формирования схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения в системе планирования многономенклатурных технологических процессов.

Методы и средства исследования. Теоретические исследования выполнены с использованием научных основ технологии машиностроения, математического аппарата теории вероятности и математической статистики, теории множеств, теории конечных автоматов, принципов системного подхода. Экспериментальные исследования проводились в реальных производственных условиях, при разработке программного обеспечения

БИБЛИОТКА

С.Петербург

09 300 акт 52

были применены методы структурного проектирования программных систем и объектно-ориентированного программирования.

Научная новизна работы.

На основе теории технологической наследственности и теории множеств создана модель построения схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения, позволяющая учитывать производственную ситуацию и реальное состояние технологического оборудования при проектировании технологических процессов для многономенклатурных серийных и мелкосерийных механообрабатывающих производств.

Разработаны формализованные методы, математические модели и алгоритмы, основанные на синтезе, анализе и выборе решений, позволяющие полностью автоматизировать этап формирования схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения и реализованные в виде автоматизированной подсистемы в системе планирования многономенклатурных технологических процессов.

Создана структура и построено информационное обеспечение автоматизированного банка данных подсистемы формирования схем обработки поверхностей деталей, учитывающих сложившуюся производственную ситуацию и обеспечивающих требуемое качество проектных решений с позиции надежности и производительности технологической подготовки механообрабатывающих производств.

Практическая ценность и реализация результатов работы.

Созданы методическое обеспечение и автоматизированная подсистема формирования схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения в системе планирования ТП, обладающая свойством многовариантного подхода к процессу проектирования и возможностью своевременной рациональной перестройки в условиях постоянно меняющейся производственной ситуации, как наиболее соответствующей условиям многономенклатурного автоматизированного производства. Разработана структура и сформирован автоматизированный банк данных, включающий в себя базу данных по возможностям технологического оборудования, информацию об обрабатываемых деталях и используемых заготовках. Разработано программно-алгоритмическое обеспечение для внесения данных в сформированную БД. Произведено наполнение базы данных и проектирование ТП на этапе формирования схем обработки поверхностей деталей в условиях производства ОАО «Саратовский подшипниковый завод». Внедрение результатов работы при изготовлении деталей типа тел вращения на инструментальном производстве ОАО «Саратовский подшипниковый завод» позволило сократить выполнение проектных процедур технологической подготовки производства в 1,5 раза, а время изготовления деталей сократить на 18%.

Апробация работы.

Основные положения работы представлялись на 4 международных и всероссийских научно-технических конференциях, в том числе: Международной научно-технической конференции «Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления в машиностроении» (Саратов, 2002 г.), Всероссийском конкурсе на лучшие научно-технические и инновационные работы творческой молодежи России по естественным наукам (Москва,

2003 г.), Всероссийском конкурсе среди творческой молодежи высших учебных заведений Российской Федерации на лучшие научные работы по естественным наукам (Саратов, 2004 г.), на XVIII Международной научно-технической конференции «Математические методы в технике и технологиях» (Казань, 2005 г.), а также на заседаниях кафедр «Технология машиностроения» и «Проектирование технических и технологических комплексов» СГТУ в 2002-2005 гг.

Публикации. По теме диссертации опубликовано 11 работ.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, списка использованной литературы и приложений, она выполнена на 125 страницах машинописного текста, иллюстрированных 44 рисунками, содержит 11 таблиц, 10 приложений, список используемой литературы включает 112 наименований.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении обоснована актуальность темы, сформулированы цель и задачи исследования, научная новизна, а также научные положения и результаты, выносимые на защиту.

В первой главе проведен анализ существующих систем автоматизированного проектирования технологических процессов и автоматизированных систем технологической подготовки производства с позиции используемых в них подходов к проектированию ТП. Рассмотрены существующие методики проектирования ТП и организации производства в части формирования последовательностей обработки поверхностей деталей.

Исследованиями в области проектирования технологии и организации ТП занимались С.П. Митрофанов (групповой подход к проектированию ТП), А.П.Соколовский (типовой подход), В.М. Базров (модульная технология), А.В. Королев (планирование многономенклатурных ТП).

Методы проектирования ТП, применительно к многономенклатурному автоматизированному производству, должны приводить к алгоритмам, которые возможно и удобно реализовать при помощи вычислительной машины, с учетом реально складывающейся производственной ситуации. Поэтому были исследованы методы организации ТП на пригодность в плане возможности выполнения автоматизированной технологической подготовки производства.

Кроме этого методы создания ТП должны обеспечивать возможность оптимизации ТП, что затрудняется в связи с логической сложностью технологического проектирования, многовариантностью решаемых задач и сложностью формализации процесса проектирования.

В работе рассмотрены преобладающие на сегодняшний день в сфере автоматизированного проектирования ТП и ТПП программные комплексы: «Компас-автопроект» компании АСКОН, T-FLEX ТехноПро компании ТопСистемс и ИНТЕРМЕХ TechCard, в плане предоставляемых ими возможностей по автоматизации проектирования. Все эти комплексы предоставляют в общей части реализации проектных задач технологического характера возможность диалогового режима проектирования. В этом режиме технолог на основе собственных знаний и опыта проектирует ТП, а система обеспечивает предоставление справочных данных, средства автомати-

зированной расчета припусков, режимов, норм времени, средства оформления технологической документации. Все системы предоставляют возможность проектирования в полуавтоматическом, либо диалоговом режиме на основе существующего типового технологического процесса, либо гиповых блоков. ТехноПро позволяет производить проектирование в автоматическом режиме на основе обобщенного ТП, представляющего собой спроектированный ранее техпроцесс с введенными в него условиями выбора технологических переходов и операций в зависимости от значений параметров детали. Внесение изменений в конструкцию детали приводит к необходимости корректировки технологического процесса в полуавтоматическом либо диалоговом режиме. Во всех рассмотренных системах последовательности технологических переходов обработки поверхностей деталей формируется на уровне включения переходов в технологическую операцию и выбора последовательности технологических операций.

Проведенный анализ методов организации ТП и проектирования технологии позволил выбрать в качестве основания для построения автоматизированной системы технологической подготовки производства систему планирования многономенклатурных технологических процессов, основанную на концепции гибких технологических процессов.

Рассмотренные системы проектирования не позволяют полностью автоматизировать технологическую подготовку производства, их применение в условиях многономенклатурных серийных и мелкосерийных производственных систем является малоэффективным.

В работе сформулированы следующие основные задачи: исследование существующих САПР и АСТПП в плане используемых в них подходов к проектированию технологии, с целью выявления причин низкой эффективности их применения в условиях многономенклатурного серийного и мелкосерийного производства; создание методики формирования последовательностей технологических переходов обработки поверхностей деталей типа тел вращения в рамках системы планирования многономенклатурных производственных процессов; определение критериев выбора рациональных схем обработки из сформированных вариантов; разработка автоматизированной подсистемы формирования схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения; разработка структуры, программно-алгоритмического обеспечения и заполнение автоматизированного банка данных для проведения экспериментальных исследований; проведение экспериментальных исследований с целью проверки работоспособности разработанных методик, алгоритмов и программного обеспечения.

Во второй главе разработаны методика и автоматизированная подсистема формирования схем обработки поверхностей деталей в рамках системы планирования многономенклатурных технологических процессов (рис. 1), определены входные и выходные данные для разработанной подсистемы, представлены методика генерации схем обработки поверхностей деталей, критерии отсева нерациональных вариантов и критерии выбора наилучших из сформированных вариантов.

Использование традиционных методик, задающих соответствие между видом элементарной поверхности, ее точностью, шероховатостью и жесткой последовательностью технологических методов обработки, сужа-

ет преимущества автоматизации систем проектирования технологии как в аспектах интеллектуального характера САПР ТП, так и в выработке оптимальных решений за счет оперативной обработки больших информационных потоков.

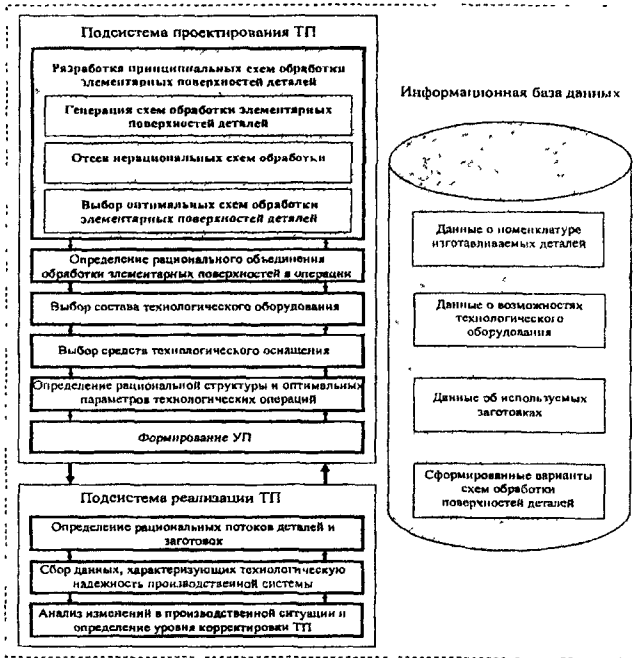


Рис 1. Система планирования многономенклатурных ТП

При определении вариантов последовательности обработки элементарных поверхностей особое внимание следует акцентировать на соответствие реальных параметров качества изготавливаемых деталей с заданными параметрами в конкретной ситуации. Добиться этого возможно, если строго соблюдать следующее правило: показатели, регламентирующие качество поверхности на предыдущем по ходу ТП технологическом переходе, должны соответствовать (или превышать) требованиям, предъявляемым к заготовке на последующем этапе обработки, последовательно приближаясь к запланированным показателям качества готовой детали.

Основополагающие исследования проявления технологической наследственности в процессе обработки деталей проведены учеными А.М. Дальским, А.А. Маталиным, Э.В. Рыжовым, П.И. Ящерициным. Различные вопросы технологической наследственности применительно к локальным операциям обработки деталей изложены в работах В.И. Аверченкова, В.А. Баумана, Д.Г. Евсеева, А.В. Королева, Е.Н. Маслова, Ю.К. Новоселова, П.Н. Орлова, С.Г. Редько, А.Н. Сальникова, В.В. Шакалеса и др. С увеличением возможных способов формирования поверхностей деталей важное значение принимает возможность управления технологической наследственностью на стадии проектирования технологии.

Принимая за базовую абстрактную структурную схему ТП, которая предусматривает определенную последовательность технологических переходов $\varphi_1, \varphi_2 \dots \varphi_n$, был проанализирован процесс временного преобразования наследственной информации в ходе ТП, носителями которой являются материал детали и ее поверхность.

В пределах одного технологического перехода наследственную информацию фиксируют технологические параметры T_K , набор которых на каждой стадии зависит от выбранного метода воздействия на обрабатываемую поверхность ($t_K^1, t_K^2, \dots, t_K^m \in T_K$). Они разделены на две группы с целью описания видов технологической наследственности в формализованной форме: параметры, принимающие постоянные значения в начале ТП и не изменяющие их во время его протекания, и параметры, изменяющие свои значения в ходе процесса.

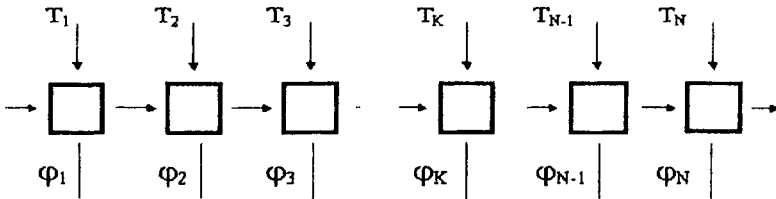


Рис. 2. Структурная схема ТП обработки поверхности детали

Управляющие параметры характеризуются конечным числом выходных параметров изделия ξ_i ($i = 1, \dots, S$), полностью описываемых состоянием поверхности на всех переходах ТП. Вектор качества \bar{X} , определяющий качество поверхности:

$$\bar{X} = (\xi_1, \xi_2, \dots, \xi_S) \in K, \quad (1)$$

где K - пространственное состояние качества поверхности, есть декартово произведение областей допусков J_i каждого из параметров ξ_i ,

$$K = \prod_{i=1}^S J_i. \quad (2)$$

Тогда задачей создания схемы обработки элементарной поверхности считается задача формирования возможных вариантов перемещения вектора \bar{X} в пространственное состояние поверхности из некоторого начального положения $X_H \subset K$ в конечное $X_K \subset K$ по траекториям L_j , отражающим путь j^{10} варианта и лежащим в области X_N . При этом соблюдается $L \subset X_N$ как ограничительное условие. Переход элементарной поверхности из X_H в X_K осуществляется при прохождении изделием N_j технологических переходов (по j^{mv} варианту), каждый из которых «перемещает» качественную характеристику поверхности по области X_N .

Информационная база данных системы планирования ТП построена таким образом, что для каждого внесенного в нее вида оборудования сформированное множество, включающее наборы характеристик элементарных поверхностей, получаемых после обработки, связано с множеством, определяющим предельные исходные характеристики этих поверхностей. Области характеристик элементарных поверхностей, получаемых по-

сле обработки, можно представить как области выходных параметров технологических переходов в виде матрицы Ω (для $j^{\text{го}}$ варианта ТП на k -м технологическом переходе), а области исходных характеристик поверхностей как области входных параметров технологических переходов в виде матрицы Δ :

$$\Omega^j(k) = |\Omega^j_i(k)| = \begin{pmatrix} \Omega^j_1(k) \\ \Omega^j_2(k) \\ \dots \\ \Omega^j_s(k) \end{pmatrix}, \quad (3) \quad \Delta^j(k) = |\Delta^j_i(k)| = \begin{pmatrix} \Delta^j_1(k) \\ \Delta^j_2(k) \\ \dots \\ \Delta^j_s(k) \end{pmatrix} \quad (4)$$

При создании ТП необходимо стремиться к максимальному использованию возможностей технологического оборудования, которое реализуется при достижении максимальной разницы между исходными и результирующими характеристиками поверхности на k -м технологическом переходе, т.е. $\max \{\Delta^j(k) - \Omega^j(k)\}$. Регулировать эту разницу целесообразно за счет $\Delta^j(k)$.

Матрица $\Delta^j(k)$ преобразуется в матрицу предельных входных параметров технологических переходов:

$$\Delta_n^j(k) = |\Delta_n^j_i(k)| = \begin{pmatrix} \Delta_{n1}^j(k) \\ \Delta_{n2}^j(k) \\ \dots \\ \Delta_{ns}^j(k) \end{pmatrix}. \quad (5)$$

Тогда процесс выбора очередного этапа обработки при проектировании ТП заключается в определении технологического перехода, у которого все характеристики $\Omega^j_i(k)$ соответствуют или превосходят $\Delta^j_i(k+1)$. Это требование справедливо и для всего ТП обработки элементарной поверхности.

$$\Omega^j = |\Omega^j_i| = \begin{pmatrix} \Omega^j_1(1) \dots \Omega^j_1(k) \dots \Omega^j_1(n) \\ \Omega^j_2(1) \dots \Omega^j_2(k) \dots \Omega^j_2(n) \\ \dots \\ \Omega^j_s(1) \dots \Omega^j_s(k) \dots \Omega^j_s(n) \end{pmatrix}; \quad (6) \quad \Delta_n^j = |\Delta_n^j_i| = \begin{pmatrix} \Delta_{n1}^j(1) \dots \Delta_{n1}^j(k) \dots \Delta_{n1}^j(n) \\ \Delta_{n2}^j(1) \dots \Delta_{n2}^j(k) \dots \Delta_{n2}^j(n) \\ \dots \\ \Delta_{ns}^j(1) \dots \Delta_{ns}^j(k) \dots \Delta_{ns}^j(n) \end{pmatrix}. \quad (7)$$

Выбор очередного технологического перехода происходит, если хотя бы для одного из S – показателей качества поверхностного слоя справедливо условие:

$$\Omega^j_i(k) > \Delta^j_i(k).$$

Знак « > » в данном случае определяет повышение качества поверхности по данному показателю.

Фрагмент данных по сформированным последовательностям обработки поверхностей детали показан на рис. 3.

Выполнив анализ элементов базы данных на основе представленного подхода, удастся сформировать все возможные варианты последовательностей обработки элементарных поверхностей.

| № | Точка | Выходные характеристики | | | | | | | | Входные параметры | | | | | | | | |
|---|---------------------------|-------------------------|----------|---------|---------|---------|-----|------|-----|-------------------|----------|---------|---------|---------|-----|------|-----|-----------|
| | | Радиус поверхности | Классиф. | Диаметр | Диаметр | Диаметр | Ra | Rmax | НВС | Прочность | Классиф. | Диаметр | Диаметр | Диаметр | Ra | Rmax | НВС | Прочность |
| 1 | Шлифованное состояние | 211 | М6 | 10 | 15 | 20,5 | 0,4 | 63 | 0 | 211 | М7 | 10,1 | 15,1 | 20,5 | 0,8 | 63 | 0 | 0 |
| 1 | Термообработка | 211 | М6 | 10,1 | 15,1 | 20,5 | 0,8 | 63 | 0 | 211 | М8 | 10,3 | 15,3 | 20,5 | 1,6 | 63 | 0 | 0 |
| 1 | Точение чистовое | 211 | М6 | 10,3 | 15,3 | 20,5 | 1,6 | 63 | 0 | 211 | М8 | 10,3 | 15,3 | 20,5 | 1,6 | 63 | 0 | 0 |
| 1 | Точение полуточное | 211 | М10 | 10,6 | 15,8 | 20,5 | 3,2 | 63 | 0 | 111 | М12 | 16,5 | 20,5 | 12,5 | 3,2 | 63 | 0 | 0 |
| 1 | Точение черновое | 111 | М11 | 16,5 | 20,5 | 12,5 | 6,3 | 0 | 111 | М14 | 24 | 20,5 | 30 | 25 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Шлифованное состояние | 111 | М6 | 15 | 15 | 0,4 | 63 | 6 | 111 | М7 | 10,1 | 15 | 0,8 | 63 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Шлифованное промежуточное | 111 | М7 | 15,1 | 15 | 0,8 | 63 | 0 | 111 | М8 | 10,3 | 15 | 1,6 | 63 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Термообработка | 111 | М6 | 15,3 | 15 | 1,6 | 63 | 0 | 111 | М8 | 10,3 | 15 | 1,6 | 63 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Точение чистовое | 111 | М6 | 15,3 | 15 | 1,6 | 63 | 0 | 111 | М8 | 10,3 | 15 | 1,6 | 63 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Точение полуточное | 111 | М10 | 15,5 | 15 | 3,2 | 63 | 0 | 111 | М12 | 16,5 | 15 | 12,5 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | |
| 2 | Точение черновое | 111 | М12 | 16,5 | 15 | 12,5 | 6,3 | 0 | 111 | М14 | 24 | 15 | 30 | 25 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Термообработка | 211 | М6 | 15,3 | 20,6 | 1,6 | 63 | 0 | 111 | М8 | 10,3 | 20,6 | 1,6 | 63 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Точение чистовое | 211 | М6 | 15,3 | 20,6 | 1,6 | 63 | 0 | 111 | М8 | 10,6 | 20,6 | 2,2 | 63 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Точение полуточное | 211 | М10 | 15,6 | 20 | 3,2 | 63 | 0 | 111 | М12 | 16,5 | 20,5 | 12,5 | 3,2 | 0 | 0 | 0 | |
| 3 | Точение черновое | 111 | М12 | 16,5 | 20,5 | 12,5 | 6,3 | 0 | 111 | М14 | 24 | 25 | 30 | 25 | 0 | 0 | 0 | |

Рис 3 Пример ТП обработки элементарных поверхностей детали

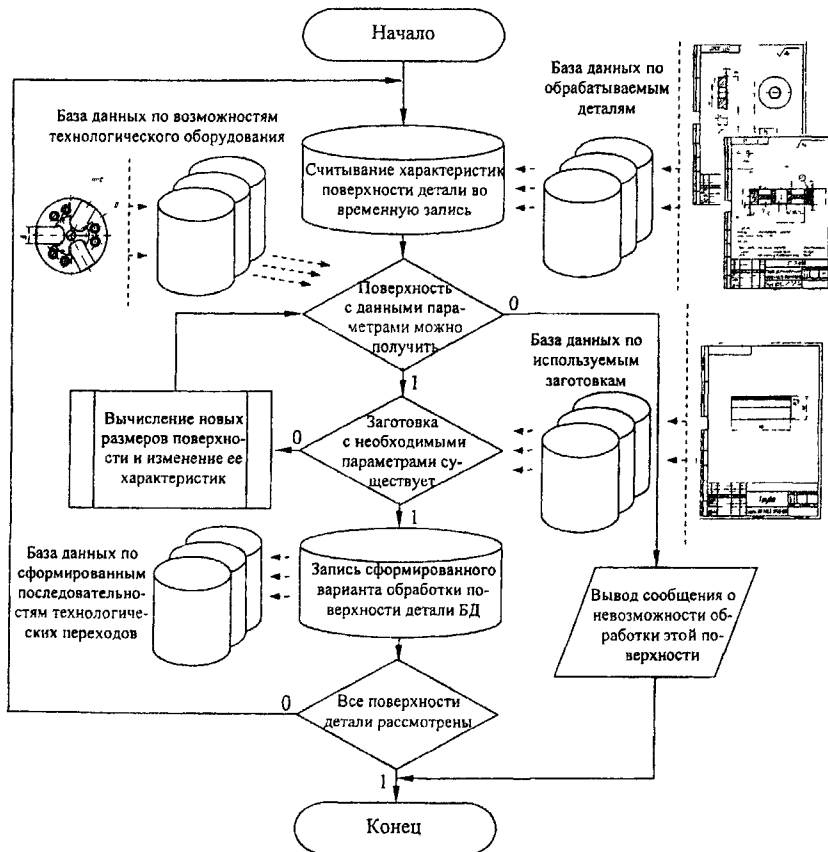


Рис. 4 Алгоритм формирования схем обработки поверхностей детали

Алгоритм носит итерационный характер, последовательно синтезируя варианты последовательностей обработки всех поверхностей детали,

двигаясь от характеристик поверхностей готовой детали к заготовке. Его преимущество заключается в формировании всех возможных вариантов схем обработки и универсальности в отношении, как к виду обрабатываемой поверхности, так и типу технологического перехода.

На этапе отсева нерациональных схем обработки в качестве критерия отбора сформированных вариантов используется величина, характеризующая траекторию L , определяющая перемещение вектора \bar{X} в пространстве состояний качества изделия K . Отсеиваются варианты, значительно превосходящие другие по значению $|L|$,

$$|L'| = \left| \overline{X^{(1)j}} + \overline{X^{(n)j}} + \dots + \overline{X^{(2)j}} + \overline{X^{(1)j}} \right| \quad (8)$$

или величина, оценивающая интенсивность достижения требуемых показателей качества, как отношение $|L'|$ к длине вектора $\overline{X_n X_k}$:

$$\hat{X}^j = \frac{|X'_i X'_e|}{|L'|}, \quad (9) \quad \text{где } \overline{X_n X_k} = \overline{X^{(2)j}} + \overline{X^{(n)j}} + \dots + \overline{X^{(2)j}} + \overline{X^{(1)j}}.$$

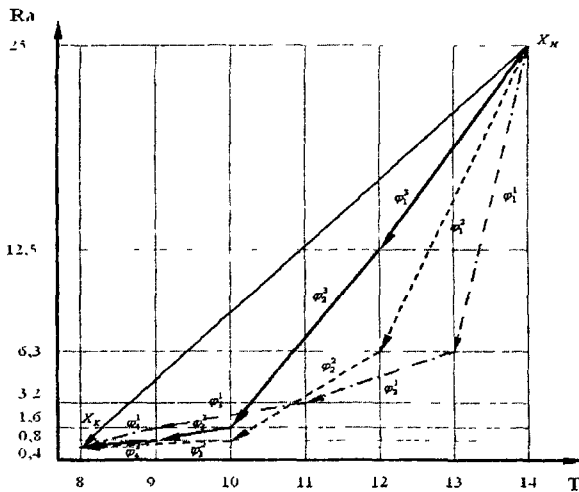


Рис 5 Траектории перемещения вектора качества поверхности

Из оставшихся вариантов определяются несколько уже на основании критерия, который в большей степени, чем предшествующие, прогнозируют эффективность работы производственной системы, а не качественные характеристики поверхности. Это время реализации технологических переходов для каждого варианта обработки поверхности определяется по известным укрупненным формулам. Варианты с минимальными временами выбираются как предпочтительные.

В качестве критериев для оценки вариантов обработки элементарных поверхностей использованы показатели гибкости ТП. Под гибкостью ТП

понимается совокупность его свойств, необходимых для изготовления изделий произвольной номенклатуры в заданных пределах значений их характеристик с минимально возможными в определенных условиях трудовыми и материальными затратами при обеспечении заданных показателей качества и объемов выпуска изделий. Эти свойства должны обеспечивать применение эффективных методов изготовления изделий, совершенную организацию ТП, разработку и использование соответствующих технических средств.

На этапе выбора схем обработки элементарных поверхностей деталей используются два критерия:

1. Показатель однородности ТП по применяемым методам изготовления изделий:

$$K_m = M_i / \sum_{i=1}^n T_i, \quad (10)$$

где M_i - число различных методов, используемых в ТП при изготовлении i -го изделия;

T_i - число технологических переходов, используемых при изготовлении i -го изделия.

2. Показатель однотипности технологических переходов:

$$K_{mn} = P_p / P_{ki}, \quad (11)$$

где P_{ki} - число технологических переходов, используемых при изготовлении i -го изделия;

P_p - общее число разнородных технологических переходов ТП.

В результате выполненной работы создана модель формирования последовательностей технологических переходов обработки поверхностей детали, определены критерии для отсева неэффективных и выбора рациональных вариантов схем обработки.

В третьей главе представлена методика проведения эксперимента для проверки работоспособности представленных моделей и алгоритмов. Для проведения экспериментальных исследований разработано программно-алгоритмическое обеспечение создания автоматизированного банка данных, включающего в свой состав базу данных по возможностям технологического оборудования, номенклатуре обрабатываемых деталей, используемым заготовкам и сформированным вариантам обработки (рис. 6). Программно-информационный комплекс для работы со сформированной базой данных в формате Microsoft Access, был написан на языке Object Pascal в среде разработки Borland Delphi 7.0.

Представлена методика занесения информации в базу данных по номенклатуре обрабатываемых деталей на основе данных конструкторского чертежа и производственного задания, а также информации по используемым в производственной системе заготовкам.

Методика проверки разработанных моделей позволила в полной мере оценить качество сформированных вариантов последовательностей технологических переходов обработки поверхностей деталей и сравнить их с используемыми проектными решениями в условиях реального производства.

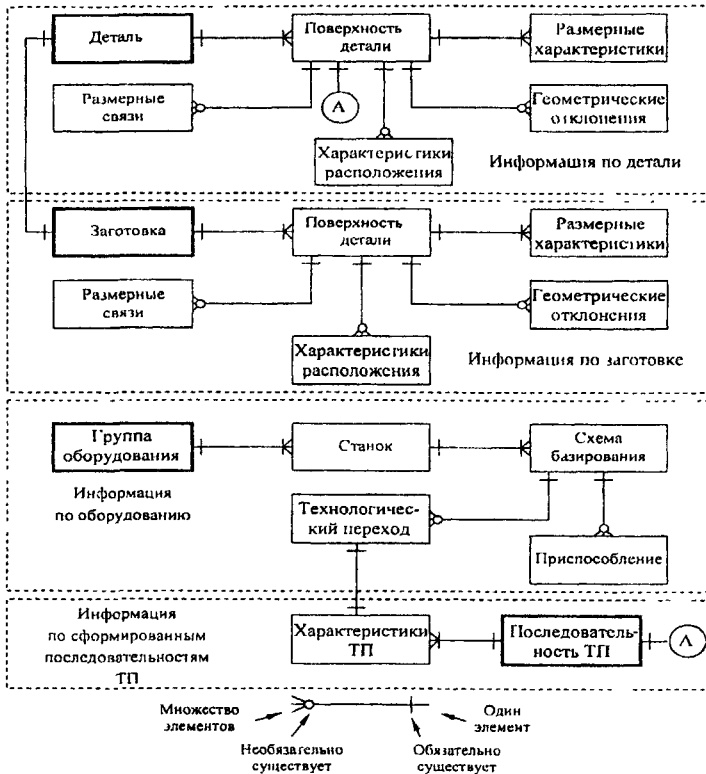


Рис. 6. ER-диаграмма разработанной базы данных

В четвертой главе представлены полученные результаты экспериментальной проверки разработанных методик и алгоритмов. В качестве объекта для технологической подготовки производства на этапе формирования схем обработки поверхностей деталей выбран инструментальный участок производства ОАО «Саратовский подшипниковый завод». Для выбранного участка представлена номенклатура обрабатываемых деталей и используемых заготовок. Приведен фрагмент заполнения информации о деталях «Мера установочная» и «Гайка к оправке шлифовального круга» из выбранной номенклатуры, заготовках для них.

Показаны результаты поэтапного формирования схем обработки для наружной цилиндрической и резьбовой поверхности детали «Гайка к оправке шлифовального круга». Представлены примеры сформированных вариантов для деталей «Мера установочная» и «Гайка к оправке шлифовального круга».

Экономическая эффективность выполненной работы складывается из:

- 1) сокращения времени и трудоемкости технологической подготовки производства за счет полной автоматизации рассматриваемых проектных процедур;

- 2) повышения качества проектных решений и повышения эффективности работы производственной системы в процессе изготовления комплекта деталей за счет учета конкретной производственной ситуации.

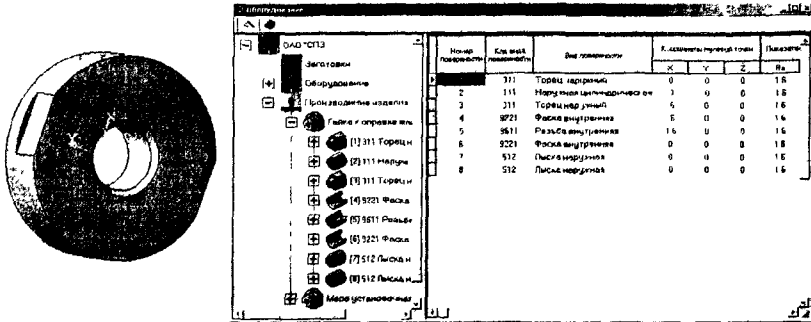


Рис 7 Фрагмент занесения информации о детали в разработанную БД

| Деталь | № последоват. | № варианта | № шаг | Статус | Группа | Обработка | Вид операции | Код вида операции |
|--------|---------------|------------|-------|---------|--------------------|--------------------|--------------|-------------------|
| Гайка | 1 | 2 | 2 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 2 | 3 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные полустарые | | 311 |
| Гайка | 1 | 2 | 4 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 2 | 5 | | | | | 311 |
| Гайка | 1 | 3 | 1 | | | | | 311 |
| Гайка | 1 | 3 | 2 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 3 | 3 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные полустарые | | 311 |
| Гайка | 1 | 3 | 4 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 3 | 5 | | | Термообработка | | 311 |
| Гайка | 1 | 4 | 1 | | | | | 311 |
| Гайка | 1 | 4 | 2 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 4 | 3 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные полустарые | | 311 |
| Гайка | 1 | 4 | 4 | И18.30 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 4 | 5 | | | | | 311 |
| Гайка | 1 | 5 | 1 | | | | | 311 |
| Гайка | 1 | 5 | 2 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 5 | 3 | И18.250 | Патрон трапециевый | Тоочные полустарые | | 311 |
| Гайка | 1 | 5 | 4 | И18.201 | Патрон трапециевый | Тоочные черновые | | 311 |
| Гайка | 1 | 5 | 5 | | | | | 311 |

Рис 8 Фрагмент БД с полученными вариантами последовательностей технологических переходов обработки поверхности деталей

Полученные результаты экспериментальных исследований подтвердили работоспособность представленных моделей и разработанного программно-алгоритмического обеспечения. Внедрение результатов при изготовлении деталей типа тел вращения на инструментальном производстве ОАО «Саратовский подшипниковый завод» позволило сократить выполнение проектных процедур технологической подготовки производства в 1,5 раза, а время изготовления деталей сократить на 18%.

Основные выводы

1. Анализ существующих систем автоматизированного проектирования технологических процессов и автоматизированных систем технологической подготовки производства выявил низкую эффективность применяемых в них методик проектирования, в силу неполной формализации проектных действий при разработке технологических процессов для многономенклатурных производственных систем в условиях серийного и мелкосерийного производства.

2. На основе теории технологической надежности и теории множеств разработана модель, формализующая процесс формирования схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения в системе планирования многономенклатурных технологических процессов и позволяющая полностью автоматизировать данный этап технологической подготовки производства.
3. Разработаны модели, алгоритмы и программное обеспечение для формирования схем обработки поверхностей деталей типа тел вращения в системе планирования многономенклатурных технологических процессов.
4. Спроектирована структура и разработано программно-алгоритмическое обеспечение автоматизированного банка данных для системы планирования многономенклатурных ТП. Разработана методика заполнения базы данных по производимым изделиям, используемым заготовкам и возможностям технологического оборудования, входящей в состав спроектированного банка данных системы планирования многономенклатурных технологических процессов.
5. Результаты работы внедрены при изготовлении деталей типа тел вращения на инструментальном производстве ОАО «Саратовский подшипниковый завод», что позволило сократить время и трудоемкость технологической подготовки производства в 1,5 раза, а также сократить время изготовления деталей на 18%.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Пластинкин А.В. Архитектура программно-информационного комплекса планирования технологических процессов механообработки / П.Ю. Бочкарев, А.В. Кочадаев, А.В. Пластинкин // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2002. - С. 18-22
2. Пластинкин А.В. Применение методов моделирования при оптимизации маршрутов многономенклатурных технологических процессов механообработки / А.В. Кочадаев, Д.Ю. Петров, А.В. Пластинкин // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2002. - С. 105-107
3. Классификация элементарных поверхностей изделий механообработки / П.Ю. Бочкарев, А.В. Кочадаев, Д.Ю. Петров, А.В. Пластинкин // Проблемы и перспективы прецизионной механики и управления в машиностроении: материалы конф. - Саратов: ИПТМУ РАН, 2002. - С. 68-70.
4. Программно-информационный комплекс проектирования технологических процессов / П.Ю. Бочкарев, А.В. Кочадаев, Д.Ю. Петров, А.В. Пластинкин // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2002. - С. 84-86.
5. Алгоритм формирования схем обработки элементарных поверхностей деталей в системе планирования техпроцессов механообработки / П.Ю. Бочкарев, А.В. Кочадаев, Д.Ю. Петров, А.В. Пластинкин // Автоматизация и управление в машино- и приборостроении: межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2003. - С. 13-15
6. Формирование схем обработки элементарных поверхностей деталей / П.Ю. Бочкарев, А.В. Кочадаев, А.В. Пластинкин, В.В. Шалунов // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2003. - С. 31-33.
7. Пластинкин А.В. Структура базы данных по изделиям для автоматизированных систем технологической подготовки механообрабатывающих производств / А.В. Кочадаев, А.В. Пластинкин // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: межвуз. науч. сб. - Саратов: СГТУ, 2003 - С. 40.

8. Пластинкин А В Информационная система формирования последовательностей технологических переходов / П.Ю. Бочкарев, А.В. Пластинкин, В.В. Шалунов // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: межвуз науч. сб. – Саратов СГТУ, 2004. – С. 36-42.
9. Пластинкин А В Математическое и программно-алгоритмическое обеспечение информационной системы формирования последовательностей технологических переходов в технологической подготовке механообрабатывающих производств / П.С. Гнеушев, А.В. Пластинкин // Всероссийский конкурс среди учащейся молодежи высших учебных заведений Российской Федерации на лучшие научные работы по естественным наукам: тезисы научных работ Саратов: СГТУ, 2004 – С. 52-54.
10. Пластинкин А В Математическое обеспечение формирования схем обработки поверхностей деталей при планировании производства / П.Ю. Бочкарев, А.В. Пластинкин, В.В. Шалунов // Математические методы в технике и технологиях – ММТТ-18 Сб трудов XVIII Междунар науч. конф.: В 10 т. Т. 5. Секция 5. – Казань: Изд-во Казан гос технолог ун-та, 2005 – С. 55-59
11. Пластинкин А В. Выбор оптимальных планов обработки поверхностей деталей в системе планирования многономенклатурных технологических процессов / А.В. Пластинкин // Прогрессивные направления развития технологии машиностроения: межвуз. науч сб. – Саратов. СГТУ, 2005. – С. 81-85.

ПЛАСТИНКИН Алексей Вениаминович

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОДГОТОВКИ
МЕХАНООБРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ НА ОСНОВЕ
СОЗДАНИЯ МЕТОДИКИ И АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ПОДСИСТЕМЫ
ФОРМИРОВАНИЯ СХЕМ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ
ТИПА ТЕЛ ВРАЩЕНИЯ В СИСТЕМЕ ПЛАНИРОВАНИЯ
МНОГОНОМЕНКЛАТУРНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Автореферат

Корректор О А. Панина

Лицензия ИД № 06268 от 14 11.01

| | | |
|--------------------|------------------|-------------------|
| Подписано в печать | 26.12.05 | Формат 60×84 1/16 |
| Бум. тип. | Усл. печ. л. 1,0 | Уч.-изд. л. 1,0 |
| Тираж 100 экз. | Заказ 475 | Бесплатно |

Саратовский государственный технический университет
410054, Саратов, ул. Политехническая, 77
Отпечатано в РИЦ СГТУ. 410054, Саратов, ул. Политехническая, 77