

КИЕВСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

на правах рукописи

Отакулов Ойбек Хамдамович
(гражданин Узбекистана)

УДК 658.512.011.56

АВТОМАТИЗАЦИЯ КОНСТРУКТОРСКО - ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ
ПОДГОТОВКИ ПРОИЗВОДСТВА ДЕТАЛЕЙ
КЛАССА "ДИСКИ"

Специальность 05.02.08 - Технология машиностроения

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Киев - 1993

№ 26.85

Работа выполнена на кафедре технологии машиностроения
Киевского политехнического института

Научный руководитель - доктор технических наук,
профессор Пуховский Е.С.

Официальные оппоненты - доктор технических наук,
профессор Спыну Г.А.
- кандидат технических наук
Линкин Г.А.

ЛННБ України ім.В.Стефаніка



00825905 (Т)

Ведущая организация: - Киевское научно - произ-
водственное объединение
"Промавтоматика"

Защита диссертации состоится "22" марта 1993 г.
в 15⁰⁰ часов на заседании специализированного совета К 068.14.15
по присуждению ученой степени кандидата технических наук в
Киевском политехническом институте по адресу:
252056, г. Киев - 56, проспект Победы, 37.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке института
Автореферат разослан "19" февраля 1993 г.

Ученый секретарь
специализированного совета
к.т.н., доцент

В.В.Романенко

ЛННБ ім. В. Стефаніка
АН України

1

А Н Н О Т А Ц И Я

Диссертационная работа посвящена проблеме сквозного проектирования типовых деталей машин на основе обобщения эвристических и формальных действий конструктора и технолога. Рассматривались методы реализации комплексной связи для деталей класса "диски" обрабатываемых на станках с ЧПУ, предусматривающие объединение стадий конструкторско-технологической подготовки производства в интегрированную - триединую задачу синтеза чертежа, технологического процесса и плана обработки на основе общих база знаний.

В работе решены следующие задачи:

- установлены взаимосвязи между компонентами геометрической модели детали и технологическими методами пригодными для ее обработки.

- разработаны принципиальные алгоритмы, методики решения задач машинной графики, рекомендации по группированию деталей для обработки в ГПС.

- создано алгоритмическое и программно-математическое обеспечение формирования технологического процесса на основе структурно-параметрического синтеза конструкции.

- разработан метод автоматизированного проектирования технологического процесса, основанный на синтезе унифицированного маршрута обработки деталей и типовых планов обработки элементарных поверхностей и сочетающий преимущества групповых и индивидуальных маршрутов обработки.

Автор защищает.

- структурно-функциональную схему САПР ТПП ГПС, отличающуюся комплексностью охвата функций конструкторско-технологической подготовки производства;

- систему классификационных признаков, применяемых при создании классификаторов для группирования деталей, обрабатываемых на ГПС;

- математические модели, устанавливающие логические связи с типовыми планами обработки элементарных поверхностей и их конструкторско-технологическими свойствами;

- технологический интерфейс между системами автоматизированного конструирования и проектирования управляющих программ.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Современный этап автоматизированного проектирования в создании комплексных автоматизированных систем конструкторско-технологического назначения, направлен на единый непрерывный процесс решения всех этапов проектирования.

Задача внедрения ППС непосредственно затрагивает проблемы разработки новых методов конструкторско-технологического проектирования, основанных на принципах системного анализа и синтеза, математического моделирования и прогнозирования производственных систем.

Анализ существующих методов проектирования гибких производственных систем показал, что вопросы системной взаимосвязи конструкторских, технологических и производственных показателей разработаны недостаточно глубоко.

Удельный вес типовых технологических процессов при обработке деталей класса "диски" в машиностроении невелик и не превышает 10-12%, поэтому подготовка к выпуску каждого нового изделия начинается почти заново. Следовательно, на повестке дня встал вопрос не только автоматизация инженерного труда, но и вопрос создания систем конструкторско-технологической подготовки производства сквозного типа.

Вышеизложенное обуславливает актуальность рассматриваемых в диссертационной работе вопросов разработки комплексной автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства на основе интегрированных моделей синтеза конструкции и технологического процесса.

Целью диссертационной работы является повышение эффективности конструкторско-технологической подготовки производства деталей класса "диски" на основе разработки новых методов оптимального синтеза конструкции и технологического процесса изготовления.

Объектом исследования являются процессы конструкторско-технологической подготовки производства механической обработки в машиностроении.

Методы исследования. Для решения поставленных задач использовались основные положения технологии машиностроения, методы автоматизированного конструирования деталей, методы и аппараты математической логики, теории множеств и теории графов.

Научная новизна. Предложены и исследованы геометрические и параметрические модели, а также функционально связанные с ними математические и информационные модели технологического процесса изготовления деталей класса "диски". Создан метод комплексной автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства на основе интегрированных моделей синтеза конструкции и технологического процесса.

Практическая ценность результатов работы заключается в возможности их использования на стадии конструкторско-технологической подготовки производства для формирования технологических решений механической обработки деталей. Разработанные в диссертации алгоритмы доведены до уровня использования их в инженерной практике.

Реализация и внедрение результатов исследований. Результаты научных исследований использованы при разработке проектов конструкторско-технологической подготовки гибкого автоматизированного производства в проектно-конструкторском институте "Гипростроммашина" г. Киев. Годовой экономический эффект от внедрения составляет 264,9 тыс. руб.

Апробация работы. Основные положения диссертации доложены и обсуждены на: Республиканской научно-технической конференции "Автоматизированное проектирование ГПС многономенклатурного производства" (г. Киев, 1991); Научно-технической конференции "Типовые механизмы и технологическая оснастка станков-автоматов, станков с ЧПУ и ГПС". (г. Киев, 1992); Научно-технической конференции "Создание интегрированных гибких компьютеризованных производств в области механической обработки и опыт их эффективной эксплуатации в промышленности". (г. Киев, 1990); Всесоюзной научно-технической конференции "Достижения и пути развития технологии машиностроения" (г. Ленинград, 1990); Научно-технических конференциях профессорско-преподавательского состава Киевского политехнического института (г. Киев, 1990, 1991, 1992).

Диссертация обсуждена и одобрена на заседании кафедры технологии машиностроения Киевского политехнического института (г. Киев, 1993).

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 6 печатных работ.

Структура и объем работы. Диссертационная работа изложена на

134 страницах машинописного текста, содержит 26 рисунка, 3 таблиц, и состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 107 наименований и приложений.

СО Д Е Р Ж А Н И Е Р А Б О Т Ы .

Во **введении** обосновывается актуальность темы, формулируются основные результаты работы, которые выносятся на защиту.

Первая глава содержит обзор существующих методов конструкторско-технологической подготовки производства, принципы конструкторско-технологической классификации деталей класса "диски", а также постановку задачи исследований.

Вторая глава посвящена вопросам разработки подсистемы конструирования деталей в интегрированной САПР.

В третьей главе с помощью средств математической логики, теории множеств и теории графов построены математические модели конструкторско-технологических свойств деталей и технологических процессов их изготовления. На этой основе формализованы процедура назначения технологических маршрутов обработки деталей и планов обработки элементарных поверхностей.

В четвертой главе рассматриваются вопросы построения интегрированной автоматизированной системы конструкторско-технологической подготовки производства деталей класса "диски". Обосновывается необходимость разработанной структуры и состава интегрированной системы.

В приложении приведены материалы по внедрению результатов работы и расчет экономической эффективности.

Разработка основных направлений комплексной автоматизации осуществляется на базе трудов ученых Горанского Г.К., Гильмана А.М., Гавриша А.П., Митрофанова В.Г., Павлова В.В., Соломенцова Ю.М., Раковича А.Г., Челищева Б.Е. и др.

В области системного подхода при моделировании ГПС большое значение имеют работы Цветкова В.Д. и Капустина Н.М.

В работах Цветкова В.Д. впервые была изложена концепция многоуровневого проектирования как основе создания человеко-машинных систем проектирования. Процесс проектирования технологий было предложено рассматривать как совокупность самостоятельных этапов формирования ТП.

ПТ₁ = ИД V₁ ПС V₂ ТМ V₃ ОП V₄ УП. (I)

где V - функция преобразования информации, ИД - исходные данные, ПС - принципиальная схема ТП, ТМ - технологический маршрут, ОП - операционная технология, УП - управляющая программа.

Анализ известных методов автоматизированного конструкторско-технологического проектирования показал, что, во-первых, отсутствует системная взаимосвязь и единство в решении задач формирования структур технологических процессов, во-вторых, существующие методики выбора конструкторско-технологических параметров позволяют решать лишь частные задачи производственной практики. Очевидно, на современном этапе удовлетворительное решение поставленной задачи возможно только при полном всестороннем учете особенностей как конструкторской так и технологической стадий проектирования и влияния этих стадий на производство.

В основу созданной САПР "элементной" технологии положены принципы современной технологии машиностроения, согласно которым конструкторско-технологические характеристики деталей формально могут быть представлены в виде совокупности конструкторско-технологических элементов (КТЭ) и схем их обработки. С этой целью все элементарные поверхности деталей данного класса классифицированы и сгруппированы по отдельным видам, в основу классификации положены их конструкторско-технологические особенности и функциональное назначение.

Подход к классификации и группированию деталей не отличается от подхода групповой обработки деталей. По каждому виду в соответствии с признаками определяются групповые представители.

Таким образом, классификационные признаки определяют множество "элементных технологий" обработки элементов форм каждой детали. Задачи решаемые с помощью классификатора дают также ответы на вопросы связанные с технологичностью конструкции.

Комплексное решение проблемы создания подсистемы конструирования заключалось во взаимосвязанном проведении исследований, выявляющих общие закономерности в трех направлениях:

- процессов конструирования в машиностроении;
- проектирования данного класса деталей, для которого разрабатывались программные комплексы;
- построения прикладного программного обеспечения на основе современных подходов информационных комплексов, обладающих задан-

ным набором свойств.

Разработан алгоритм отработки деталей данного класса на технологичность.

Установлено, что подавляющее большинство деталей рассматриваемого класса (97%) сосредоточено в размерном диапазоне, не превышающем диаметр 250 мм. Это, в частности, позволяет при решении исследуемой задачи ограничиться многошпиндельными автоматами горизонтального исполнения.

При создании программно-методического комплекса конструирования понятие "конструктивный элемент" (КЭ) выступает структурной составляющей моделируемых процессов конструирования.

Программным эквивалентом КЭ является набор разработанных модулей:

- проектирование в котором осуществляется определение значений параметров всех видов информации о КЭ и занесение их базу данных (БД) конструирования;

- параметризация графической модели КЭ для отображения его на графических устройствах;

- геометрическое моделирование, при котором строятся модели для решения различных задач проектирования и документирования конструкции.

Вся совокупность данных, принадлежащих отдельному КЭ в конструкции идентифицируется в БД парой,

$$Э_i = \{ KE, NP \}, \quad (2)$$

где KE - код КЭ; NP - порядковый номер этого КЭ.

$$AS = \{ POD, POP, PPR, PCK \}, \quad (3)$$

множество (3) представляет конструкцию как целостную, воспроизводимую систему и состоит из следующих подмножеств:

POD - глобальные переменные, определяющие функционально-параметрические связи отдельных КЭ в конструкции;

POP, PPR - глобальные данные отдельных задач и процедур, структура которых унифицирована, а значение зависит от специфики конструкции (структура комплекта конструкторской документации, размерные особенности компоновки конструкции);

РКК – программные конструкции, обеспечивающие независимую от специфики детали адаптацию прикладного программного обеспечения.

Конструктивный элемент следует рассматривать еще и с точки зрения современной технологии создания и сопровождения информационного и программного обеспечения процессов конструирования. В этом случае рассмотрение соглашений о представлении конструктивных элементов как схемы спецификации компонентов конструирования согласуется с современными тенденциями в программировании. Если принято решения о том, что деталь следует представить в виде КЭ, то этом уже определена стандартная цепочка технологических операций и процедур, направленных на описание свойств КЭ и проектирование его модулей. В этом проявляется связь между построением модели конструкции и структурой технологического процесса разработки программного обеспечения.

Описание контуров поверхностей, сторон детали, комплексов, элементарных, типовых и нормализованных поверхностей выполняется в режиме диалога. Выбор типа конструктивного элемента осуществляется в режиме графического меню. Дальше в соответствии с выбранным типом КЭ осуществляется ввод значений технологических параметров.

Математические модели конструкторско-технологических свойств деталей и технологических процессов их изготовления построены с помощью средств математической логики, теории множеств и теории графов. На этой основе формализованы процедура назначения технологических маршрутов обработки деталей и планов обработки элементарных поверхностей.

Каждой детали Dt соответствует определенная выборка $\{PV_i\}$ из множества реально существующих элементарных поверхностей PV .

$$Dt = \{PV_i \in PV\} \quad i = 1, 2, \dots, n. \quad (4)$$

Каждая элементарная поверхность обладает определенным набором свойств, которые могут быть выражены с помощью одноместных предикатов.

$$Rp = \{Rp^1, Rp^2, \dots, Rp^1, \dots, Rp^{Np}\} \quad (5)$$

Rp – система множеств характеризующих конструкторско-технологические признаки PV ;

Np – количество свойств характеризующих элементарных поверхнос-

тей.

Каждый одноместный предикат из R_p^1 представляет собой логическую функцию, отображающую то или иное значение данного свойства на множестве (истина, ложь), т.е. $R_p^{1r}(PV^i)$ истинен, если поверхность PV^i обладает определенным значением r свойства i , иначе $R_p^{1r}(PV^i)$ ложен.

Для каждой PV всегда истинно следующее высказывание:

$$PV^i \left[\bigvee_{r=1}^{N_p^i} R_P^{1r} \left[PV^i \right] \right] \quad (6)$$

означающее, что любая поверхность PV обладает одним из конкретных значений свойства i . Из формулы (6) следует истинность логического выражения

$$PV^i \left[\bigwedge_{l=1}^{N_p} \left[\bigvee_{r=1}^{N_p^l} R_P^{lr} \left[PV^i \right] \right] \right] \quad (7)$$

являющегося формализованным представлением элементарной поверхности детали и означающим что каждой PV соответствует определенная комбинация конструкторско-технологических признаков, однозначно характеризующих данную ЭП.

По аналогии с ЭП формализованное описание свойств детали Dt может быть представлено следующим образом. Пусть Rd - система множеств.

$$Rd = \{ Rd^1, Rd^2, \dots, Rd^m, \dots, Rd^{Nd} \} \quad (8)$$

где Rd^m - множество одноместных предикатов, определяющих возможное значение m -го свойства, Nd - число характеристик детали, входящих в ее конструкторско-технологический код.

В каждое множество $Rd^m \in Rd$ входит Nd^m одноместных предикатов:

$$Rd^m = \{ Rd^{mk}(Dt) \} \quad k = 1, 2, \dots, Nd^m. \quad (9)$$

Таким образом, на множестве общих свойств, описывающих объект проектирования, для каждой конкретной детали Dt может быть сделано выборка, определяющая комбинацию конструкторско-технологических признаков данной Dt .

$$\bigvee_{m=1}^{Nd} Dt \left[\bigwedge_{k=1}^{Nd^m} \left[\bigvee_{k=1}^{Nd^m} Rd^{mk} \left[Dt \right] \right] \right] \quad (10)$$

Формализованное описание детали, включающее конструкторско-технологический код детали (КТКД) и совокупность конструкторско-технологических кодов поверхностей (КТКП) можно записать в виде

следующего логического высказывания:

$$\bigvee_{m=1}^{Nd} \bigvee_{k=1}^{Nd^m} Dt \bigvee Pv \left(\bigwedge_{k=1}^m Rd(Dt) \right) \bigwedge_{t=1}^n \left(\bigwedge_{l=1}^{Np} \bigvee_{r=1}^{Np} \right) \quad (11)$$

Математические модели являются основой построения информационной модели ТП в САПР Т и используются при разработке таблиц соответствия, связывающих исходную информацию о деталях и поверхностях с унифицированными технологическими решениями.

Проведенный анализ методов восходящего синтеза ТП в САПР показал, что в этом случае, когда назначения типового плана обработки элементарных поверхностей (ТПОЭП) производится на первом этапе разработки ТП, неизбежно появляется большое число альтернативных вариантов ТПОЭП. Необходимо стремиться к ликвидации указанной неоднозначности, причиной которой является недостаточность исходной информации, на основе которой осуществляется поиск ТПОЭП.

В качестве исходных данных, предназначенных для выбора ТПОЭП, используется конструкторско-технологический код ЭП, который детальным образом характеризует все ее свойства. Следовательно, источник дополнительной информации позволяющий устранить неоднозначность соответствия между КТКП и ТПОЭП, следует искать в описании общих конструкторско-технологических свойств детали и в тех технологических решениях, которые могут быть получены на их основе. Таким технологическим решением могут быть маршрут обработки детали (МОД).

На этапе подготовки ИО САПР Т в БЗ должна быть внесена информация, устанавливающая связь между конструкторско-технологическим кодом деталей (КТКД) и технологическим маршрутом ее обработки, т.е. каждой детали Dt должен быть поставлен в соответствии Md определенный МОД, хранящихся в БД. Структуру Md на верхнем уровне может быть представлена в виде упорядоченного множества этапов обработки детали.

$$Md = \{ Q_1, Q_2, \dots, Q_i, \dots, Q_{NE^d} \}, \quad (12)$$

где Q_i - элемент множества $Q = \{ Q_i \} \quad i=1, 2, \dots, N$.

в котором Q_1 - черновой этап обработки; Q_2 - получистовой этап обработки и т.д.

Для любой пары элементов из Md всегда справедливо следующее логическое высказывание. Пусть $L(X, Y)$ - предикат, обозначающий тот факт, что X предшествует Y, тогда

$$Q_t = Q_{t+k} (L(Q_t, Q_{t+k}) (t+k N_g)) \quad (13)$$

где k - целое число, в сумме с t не превышает N_g .

Таким образом, M_d - есть упорядоченная выборка из множества Q . Каждый этап $Q_t M_d$ представляет собой упорядоченная множества моделей станков - S_{tj} , предназначенных для обработки D_t на этапе Q_t .

$$Q_t = \{ S_{t1}, S_{t2}, \dots, S_{tj}, \dots, S_{tN_{st}} \} \quad (14)$$

для любой пары элементов из этой формулы по аналогии с (13,14) следующее логическое высказывание всегда принимает истинное значение.

$$\forall S_{tj} \forall S_{t(j+k)} (L(S_{tj}, S_{t(j+k)}) (j+k N_{st})) \quad (15)$$

Таким образом каждый $Q_t M_d$ в свою очередь представляет собой упорядоченную выборку из множества станков.

В рассмотренной структуре M_d объединены три типа технологических решений, участвующих в формировании структуры ТП: этапы обработки детали, используемые модели станков и порядок их следования внутри каждого этапа. Такая форма представления МОД позволяет получить на основе КТКД проектное решение, концентрации элементов ТП в котором не превышает уровня, необходимого для обеспечения гибкости процесса проектирования в интегрированной САПР.

Перед тем как перейти к рассмотрению процедуры выбора МОД по КТКД, необходимо отметить следующую особенность. КТКД, включает лишь общие сведения о детали, поэтому один и тот же КТКД может быть присвоен деталям, различающимся составом и характеристиками обрабатываемых ЭП. Следовательно, выбранный на первом этапе проектирования M_d является унифицированным маршрутом обработки детали (УМОД), из которого на последующих стадиях получаем реальный маршрут обработки детали.

Таким образом, существует множество деталей $D_t = \{D_t^i\}$, объединенных общностью конструктивно-технологических признаков. Существует также множество маршрутов обработки деталей $M_d = \{M_d^i\}$, входящих в УМОД. В каждой МД теоретически присутствует $2S-1$ маршрутов M_d , где S - число станков, содержащихся в M_d . Задача заключатся в том, чтобы на первом этапе проектирования реализовать функцию:

$F_0 : D_t \Rightarrow M_d$, а затем функцию F_p отображающую элементы множества D_t на множестве M_d

$$Fp : Dt^t \Rightarrow Md^t.$$

Для нахождения Md используется таблица соответствия TCd , сформированная на начальных стадиях подготовки САПР-Т к работе технологом - экспертом, в задачу которого входит адаптация ИО САПР-Т к условиям конкретного производства. TCd устанавливает информационные связи с исходными данными КТКД и технологическими решениями УМОД.

$$TCd = \begin{bmatrix} 11 & 12 & \dots & 1Na \\ Rd & Rd & \dots & Rd \\ 21 & 22 & \dots & 2Na \\ Rd & Rd & \dots & Rd \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ m1 & m2 & \dots & mNa \\ Rd & Rd & \dots & Rd \end{bmatrix} \quad (16)$$

Каждой строке TCd , представляющей собой определенную комбинацию свойств Dt , соответствует определенный Md . Алгоритм поиска Md заключается в последовательном сравнении свойств исходной детали со строками TCd . Совпадение означает выбор технологического решения, поскольку выбор строки TCd , совпавшей с исходной является одновременно номером Md , под которым он хранится в БД. Функцию F_0 в этом случае можно написать в виде следующего высказывания.

$$\forall Dt \left[\bigwedge_{m=1}^{Na} \left[\bigvee_{k=1}^{Nd^m} Rd^{mk} (Dt) \right] \Rightarrow \right] Md \quad Pd(Md, Dt), \quad (17)$$

означающего, что для любой детали, характеризующейся набором признаков, занесенных в таблицу TCd , существует унифицированный технологический маршрут обработки, в результате которого исходная заготовка превращается в деталь с заданными конструкторско-технологическими свойствами.

Реальный маршрут обработки детали (MD^t) может быть получен из унифицированного (MD) только после того, как будут найдены все ТПОЭП. Пусть Mr множества всех существующих ТПОЭП.

$$Mr = \{ Mr^t \} \quad t = 1, 2, \dots, N. \quad (18)$$

Каждый из Mr^t , по аналогии с Md , может быть представлен в виде упорядоченного множества этапов обработки ЭП.

$$Mr^t = \left\{ Q_1, Q_2, \dots, Q_n, \dots, Q_{Ng^p} \right\} \quad (19)$$

Все этапы, входящие в Mr , принадлежат множеству Q , для элементов которого справедливо высказывание (20). В отличие от Q_t , Md , Q_n , Mr имеют другой состав элементов, но с тем же отклонением порядка.

$$Q_k = \left\{ R_{k1}, R_{k2}, \dots, R_{ki}, \dots, R_{k N_{r,t}} \right\}, \quad (20)$$

где R_{ki} — тип режущего инструмента (РИ), принадлежащий с одной стороны, множеству всех типов РИ, имеющихся в данном предприятии, а с другой стороны, объединяющий N конкретных РИ, принадлежащих данному типу.

Итак, существует множества элементарных поверхностей PV и множество ТПОЭП. Необходимо реализовать функцию, устанавливающую соответствия между элементами множества PV^t и Mp .

$$F_n : \{ PV^t \} \Rightarrow \{ Mp^t \} \quad (21)$$

Для этой цели по аналогии с процедурой назначения УМОД используется таблица соответствия ТСП, строки которой содержат различные комбинации свойств ЭП. С каждой строкой ТСП связан определенный ТПОЭП.

$$T_{СП} = \begin{bmatrix} R_{p^{11}} & R_{p^{12}} & \dots & R_{p^{1N_p}} \\ R_{p^{21}} & R_{p^{22}} & \dots & R_{p^{2N_p}} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ R_{p^{n1}} & R_{p^{n2}} & \dots & R_{p^{nN_p}} \end{bmatrix}, \quad (22)$$

Для каждой ЭП, вошедшей в ТСП справедливо следующее логическое высказывание.

$$\forall PV^t \left[\bigwedge_{l=1}^{N_p} \left[\bigvee_{r=1}^{N_{r,l}} R_{p^{lr}} \left[PV^t \right] \right] \Rightarrow \right] Mp^t \text{ Pr} \left[Mp^t, PV^t \right] \quad (23)$$

где $\text{Pr}(Mp^t, PV^t)$ — предикат характеризующий свойство Mp^t быть маршрутом обработки поверхности PV^t .

Каждому набору характеристик ЭП в ТСП можно поставить в соответствие несколько ТПОЭП, различающихся по составу и последовательности применяемых методов обработки. При проектировании ТП в САПР Т методом восходящего синтеза на выбор плана обработки ЭП поверхности не влияет никакая другая информация, кроме той что содержится в КТКП. В качестве исходных данных которое используется конструкторско-технологический код ЭП характеризующее все ее свойства.

Предлагаемый метод позволяет ограничить число альтернативных вариантов обработки ЭП на основе технологических решений, содер-

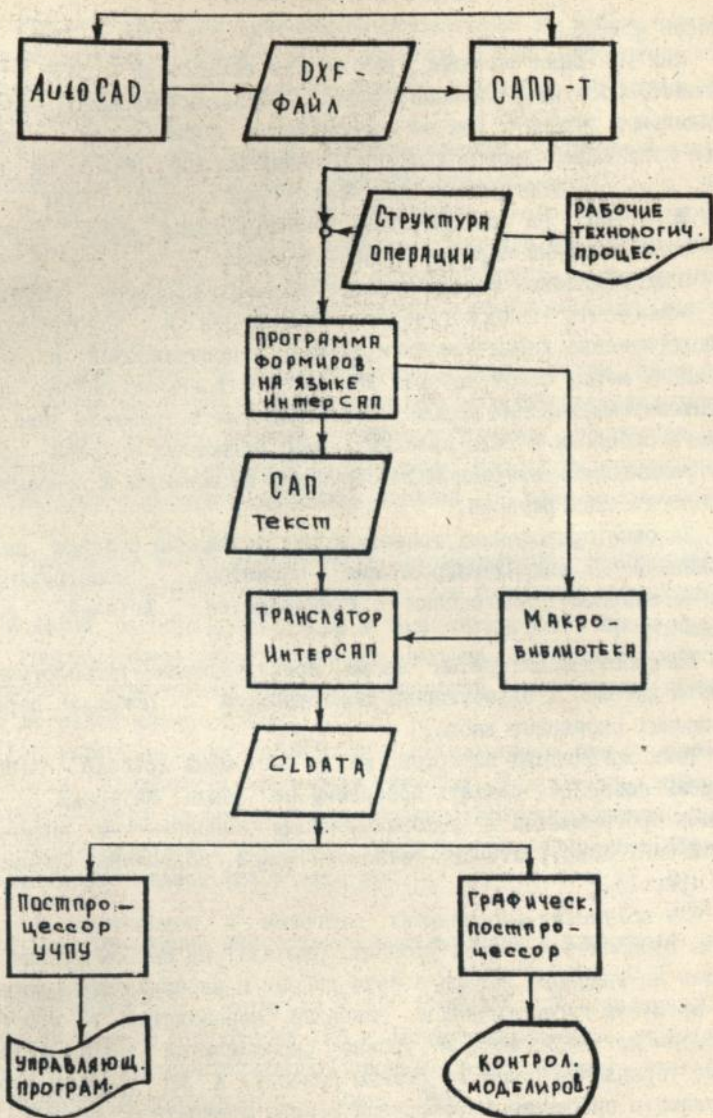


Рис.1. Технологический интерфейс между системами AutoCAD-ИнтерСАП

жащихся в УМОД.

Как уже было отмечено, разработка технологий в САПР Т представляет собой итерационный процесс последовательного уточнения принимаемых решений. Так на первом этапе формирования структуры ТП по КТКД определяется унифицированный маршрут обработки детали - Md, а на следующем этапе для всех ЭП выбирается ТПОЭП - {Mr^t}. Зная Md и {Mr^t} на третьем этапе проектирования можно определить Md - окончательный маршрут обработки детали.

Информационные модели технологического процесса, объединяющие компоненты технологического оснащения и конструкторско-технологические характеристики деталей и поверхностей в четырех связанных между собой наборах данных, построены на основе приведенных математических моделей. Формирование и хранение технологического процесса в виде связанных информационных моделей позволяет реализовать итерационную стратегию назначения и корректировки технологических решений.

На базе проведенных теоретических положений создана интегрированная автоматизированная система конструкторско-технологической подготовки производства деталей класса "диски".

Разработаны алгоритмы ввода конструкторско-технологических свойств деталей и элементарных поверхностей с помощью переносимых сценариев ввода.

Технологический интерфейс между системами AutoCAD - САПР-Т - ИнтерСАП позволяет связать программу на языке ИнтерСАП с различными программными и информационными компонентами интегрированной САПР конструкторско-технологической подготовки производства (рис.1).

Для получения управляющих программ в подсистеме ИнтерСАП работа выполняется в трех уровнях. Вначале, на первом уровне основываясь на описании детали в базе данных и маршрута технологического процесса геометрическое описание переводится в программу обработки детали. На втором уровне определяются технологические данные управление станком (режимы резания) и на третьем уровне управляющая программа переводится в коды конкретной системы ЧПУ.

Достоинством разработанной системы является использование одного банка данных для решения всех предусмотренных задач.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ.

1. Разработаны и исследованы геометрические и параметрические модели, а также функционально связанные с ними математические и информационные модели технологического процесса изготовления деталей класса "диски".

2. Разработаны методики и алгоритмические процедуры конструкторско-технологической классификации деталей.

3. Предложен метод структурно-параметрического синтеза конструкции основанный на сочетании численных методов математического и стохастического программирования, который позволяет свести многовариантную, многопараметрическую задачу к итерационному поиску наилучшего решения.

4. С помощью средств математической логики, теории множеств и теории графов разработаны математические модели конструкторско-технологических свойств деталей и технологических процессов их изготовления. На этой основе формализованы процедуры назначения технологических маршрутов обработки деталей и планов обработки элементарных поверхностей.

5. Разработан метод комплексной автоматизации конструкторско-технологической подготовки производства на основе интегрированных моделей синтеза конструкции и технологического процесса.

6. Разработанная интегрированная система позволяет повысить эффективность конструкторско-технологической подготовки производства деталей класса "диски".

7. Результаты научных исследований использованы при разработке проектов конструкторско-технологической подготовки гибкого автоматизированного производства в проектно-конструкторском институте "Гипростроммашина" г. Киев. Годовой экономический эффект от внедрения составляет 264,9 тыс. руб.

Основные положения диссертации опубликованы в следующих работах:

1. Файзиматов Б.Н., Махмудов К.Г., Отакулов О.Х. Автоматизация технологической подготовки ГПС // Автоматизированное проектирование ГПС многономенклатурного производства: Тезисы докладов научно-технической конференции. - Киев, 1991. - с.7.

2. Разработка баз данных для САПР основанных на методе групповой технологии // Пуховский Е.С., Отакулов О.Х., Денисюк З.А.

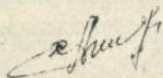
Депонирована в УкрИНТЭИ 13.04.92 г. (N 458-УК92) 10 стр.

3 Технология создания подсистемы конструирования машиностроительных деталей в интегрированной САПР //Пуховский Е.С., Отакулов О.Х., Буй Вьет Дык. Депонирована в УкрИНТЭИ 13.04.92 г. (N 459-УК92). 9 стр.

4. Отакулов О.Х., Малхас Нидадь Мохамед. Математическое моделирование в САПР ТПП //Типовые механизмы и технологическая оснастка станков автоматов, станков с ЧПУ и ГПС:Тезисы докладов научно-технической конференции "СТАНКИ-92". - Киев - Октябрь 1992 г. - с.33.

5. Денисюк В.А., Отакулов О.Х. Система управления загрузкой станков с использованием взаимозаменяемости технологических маршрутов //Типовые механизмы и технологическая оснастка станков автоматов, станков с ЧПУ и ГПС:Тезисы докладов научно-технической конференции "СТАНКИ-92". - Киев - Октябрь 1992 г. - с.33.

6. Пуховский Е.С., Отакулов О.Х. Формирование структуры графической модели конструкции. В сб. "Вестник Киевского политехнического института" серия Машиностроения. 1993 г. вып. N 30, стр. 8-16.



Подп. к печ. 17.02.93 Формат 60×84 $\frac{1}{2}$ Бумага Телла А2
 Печ. офс. Усл. печ. л. 0,93 Уч.-изд. л. 0,56 Тираж 100.
 Зак. 3-3225

Киевская книжная типография научной книги. Киев, Репина, 4.

AB 26831

AB 26.831