

УДК 621.7.044

А.И. Долматов, В.В. Третьяк, В.Ю. Гранин, Л.А. Филипковская

*Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского
"Харьковский авиационный институт", Украина*

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА В РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩЕМ ЗАГОТОВИТЕЛЬНО- ШТАМПОВОЧНОМ ПРОИЗВОДСТВЕ

Процесс проектирования импульсных технологий рассматривается в объектном представлении. Предложена концепция проектирования импульсных процессов в объектном представлении для реализации в современных САПР системах. Рассмотрена структура информационной базы в объектном представлении.

заготовительно-штамповочное производство, импульсная нагрузка, штамповка взрывом, листовая деталь, объектный подход

В настоящее время одним из важнейших условий изготовления высококачественных изделий является проблема ресурсосбережения и технологической гибкости производства. Этим требованиям при определенных условиях применения отвечают импульсные технологии.

Детали, изготовленные импульсными методами с помощью простого оборудования и оснастки (рис. 1) обладают высокой прочностью, жесткостью и хорошими технологическими показателями.

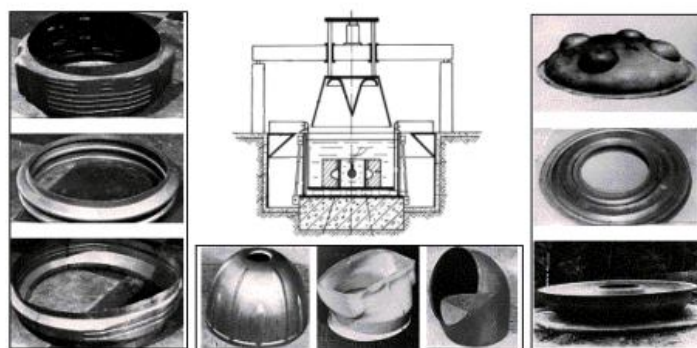


Рис. 1. Оборудование и оснастка для штамповке взрывом

Изготовление листовых деталей имеет минимальную металлоемкость и стоимость, особенно при малых сериях выпуска.

Благодаря данным свойствам импульсные методы нашли и продолжают находить свою достойную нишу при изготовлении номенклатуры деталей авиационной и космической отраслей. Так, для современного авиационного двигателя можно найти ряд листовых деталей, в которых импульсная технология будет являться конкурентоспособной в отношении ресурсосбережения и качества (рис. 2.).

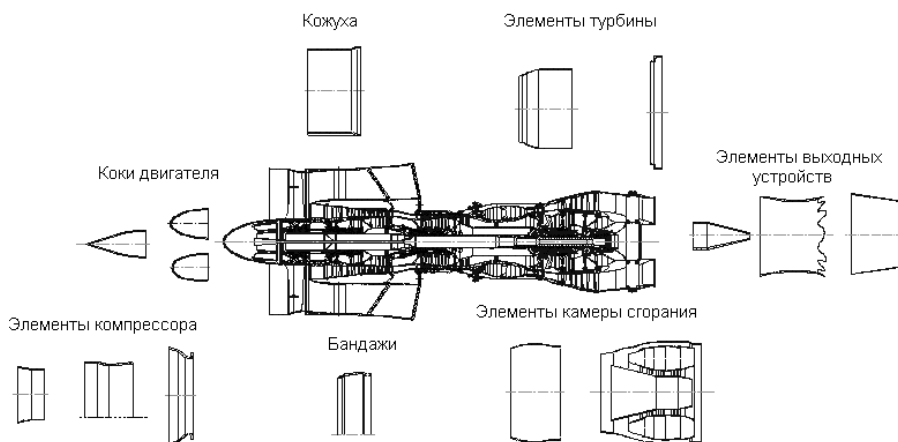


Рис. 2. Возможная номенклатура деталей авиационного двигателя для изготовления импульсными источниками энергии

Однако, сложность физики процесса и непробированность процессов для сложных деталей требуют отработки таких процессов сначала в НИИ, а затем в производстве.

Для эффективного использования этих процессов в производстве процесс проектирования необходимо производить с использованием опыта проектирования технологических процессов на производстве и имеющейся научной базой.

Проектирование импульсных технологических процессов с использованием максимальных возможностей данных методов и их оптимизация связана с анализом и синтезом многофакторной информации, которая должна быть систематизирована и обработана соответствующим математическим аппаратом, освоенным современной наукой и удобным для производства.

Как правило, для работы с такого рода данными имеется уже отработанная информационная база для освоенных и внедренных процессов.

Наличие такой базы при соответствующей систематизации информации позволяет предприятию сохранять и приумножать свой технологический опыт, делая его доступным для новых поколений технологов. Современные системы автоматизированного проектирования позволяют легко осуществлять такую работу лишь для хорошо формализованной и полностью разработанной математической модели детали и технологического процесса.

Только в этом случае удастся для уникальных деталей вести обработку информации технологами-экспертами с минимально возможными трудозатратами без привлечения посторонних расчетчиков, в том числе высокопрофессиональных программистов.

В современных системах автоматизированного проектирования для описания технологических знаний используются принципы объектного представления знаний, в которых использованы принципы, известные и использованные в методах современного программирования (полиморфизм, наследование и инкапсуляция).

При описании детали и технологического процесса используются различные виды математических моделей, обработка которых требует использования соответствующего математического аппарата.

Математическая модель детали описывается в понятиях конструкторско-технологических элементов, которые обладают иерархической структурой, состоящей из нескольких уровней элементов. Каждый элемент, также как и деталь представляют собой объект со своим набором свойств. Используются возможности наследования свойств от старшего объекта к младшему. В САПР системах достаточно хорошо описаны принципы описания детали и технологического процесса для методов механообработки[1]. При описании объемной детали используются достаточно простые инженерные термины и их значения, что делает процесс легким и доступным для технологов в виде конструкторско-технологических элементов. Данная концепция очень удачно реализована в интеллектуальной среде СПРУТ – ТП.

Анализ номенклатуры листовых деталей сложной конфигурации пока-

зал, что одним из наиболее эффективных методов их изготовления является деформирование заготовок нагружением их через подвижные передающие среды (ППС): жидкость, газ, эластичные материалы (резина, полиуретан). Нагружение материала заготовки осуществляется как при низких скоростях, так и при высоких с использованием импульсных методов.

Процесс формообразования поверхностей деталей при таких видах штамповки идентичен. В нем выделяются три основных этапа деформирования: получение генеральной формы детали, формообразование элементов рельефа и отдельных фрагментов, обеспечение параметров точности.

Для реализации этих методов достаточно легко используют одноинструментальную схему штамповки (в основном по жесткой матрице: роль универсального пуансона выполняет ППС). Благодаря простоте технологического оснащения (оборудования и штампа) методы широко используются при изготовлении деталей в производстве с частой сменой объекта и небольших величинах партий деталей.

При этом следует заметить, что для новых эффективных методов штамповки не проведена формализация знаний с позиций системного подхода, пригодного для использования в современных системах автоматизированного проектирования, где использовано объектное представление как детали, так технологического процесса и оснастки. Это связано со сложностью и недостаточным исследованием физики импульсных процессов, отсутствием нормативно-справочных данных и т.д.

Разработана математическая модель [2], позволяющая формировать новые технологические процессы, с использованием формализованных знаний экспертов-технологов накопленных наукой и производством, которая может быть легко реализована современными системами автоматизированного проектирования (САПР, САПР ТП и др.).

Математическая модель детали и технологии (рис.3), описывается как объект, состоящий из конструкторско-технологических элементов. Объект характеризуется именем и идентификатором и в свою очередь состоит из объектов более низкого уровня, которые связаны между собой соотношением род-вид (например, представление детали по отношению симметрии) и целое-часть (составные части детали на различных уровнях декомпозиции описания).

Математическая модель проектирования импульсных технологических процессов описывается в виде иерархической классификации: метод обработки, этап обработки, операция, переход. Метод обработки складывается из этапов, этапы – из операций, операции – из переходов.

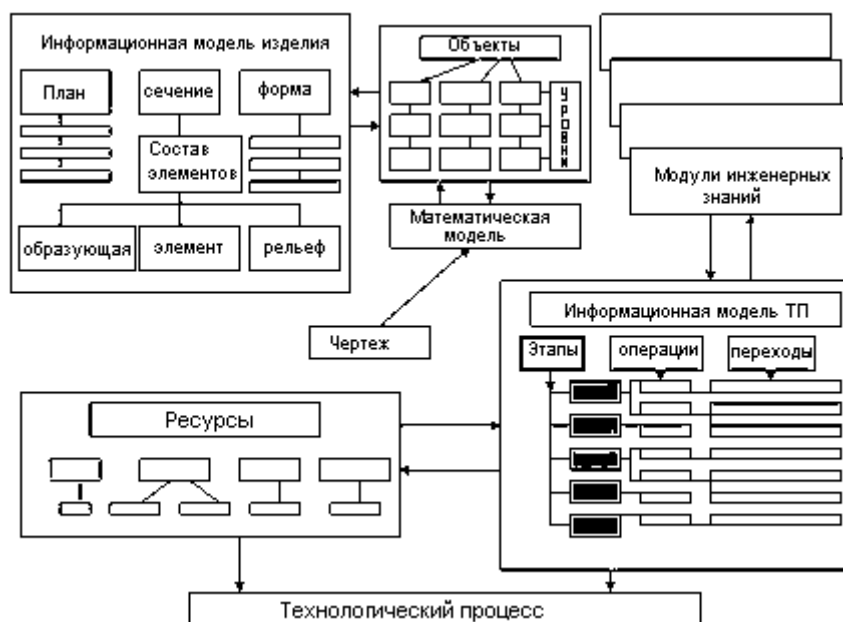


Рис. 3. Объектное представление импульсных процессов

Проектирование ТП на уровнях формирования последовательности этапов, операций и переходов складывается из двух фаз: структурного и параметрического синтеза. Структурный синтез устанавливает последовательность элементов на соответствующем уровне. При параметрическом синтезе формируются свойства элементов, уже включенные в технологический процесс.

При разработке технологического процесса на уровне структурного синтеза используются методы распознавания образов.

Традиционно этапы проектирования технологических процессов включают лишь методы инструментальной обработки. Такой подход позволяет использовать конкретное графическое представления технологии лишь для узкой номенклатуры деталей, что приводит к усложнению процесса проектирования.

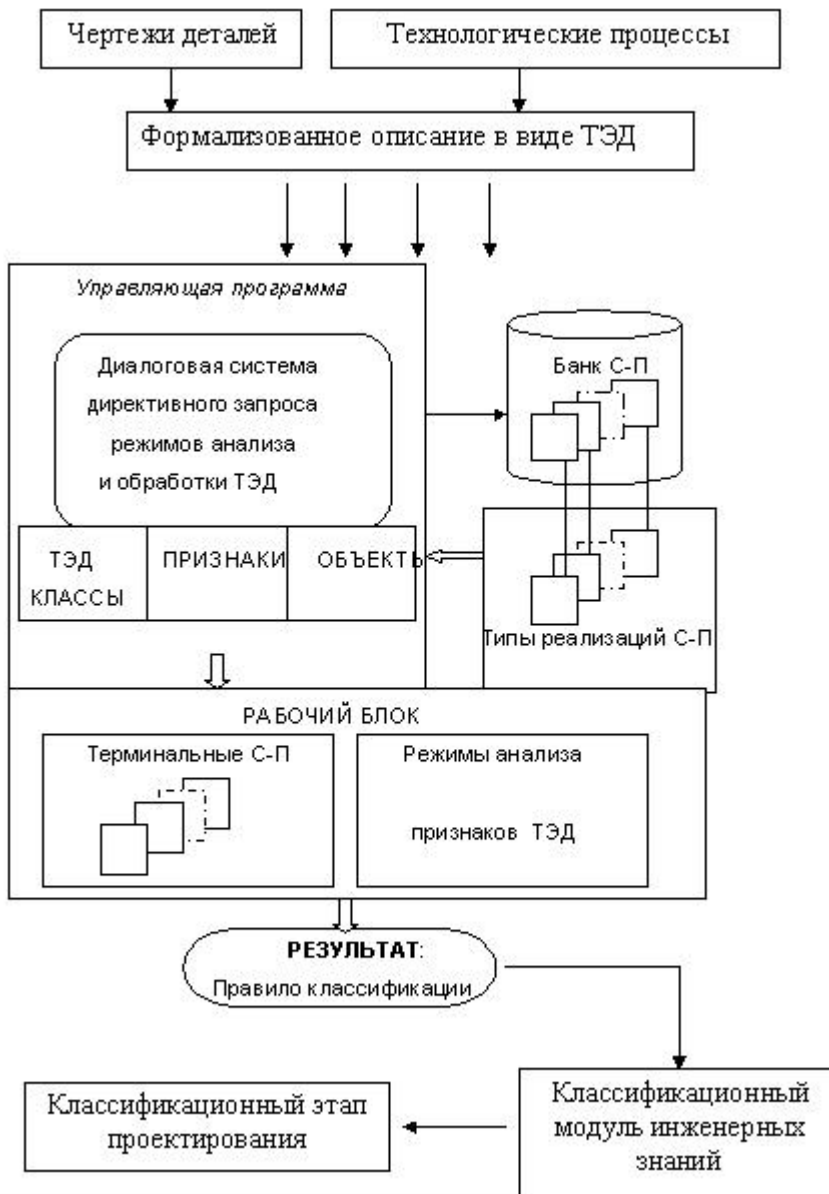


Рис. 4. Блок-схема взаимодействия модулей ИПК КОД-Т при использовании алгоритмов распознавания образов

Использование для импульсных процессов этапа классификации в начале проектирования технологического процесса (рис. 4), позволяет значительно упростить последующие графы, исключить проблематичные ветви и условия, и в конечном итоге за счет распознающего блока исключить

ошибочность проектирования.

Задача разработки инструментального средства автоматизации формирования оптимальных графов маршрутной технологии решена в виде подпрограммы в среде баз знаний. При этом использованы алгоритмы структурно-аналитических (С-А) моделей распознавания образов.

Повышение эффективности проектирования обеспечивается за счет использования оптимальных С-А моделей анализа и распознавания производственных ситуаций, получения надежных правил их классификации и сокращения затрат на подготовку производства [3].

Для этой цели адаптирован программный комплекс, включающий автоматизированный анализ разнотипных данных и построения С-А правил классификации производственных ситуаций.

Для решения поставленной задачи использован интерактивный программный комплекс (ИПК) КОД-Т (рис. 4) разработанный в ХАИ, предназначенный для автоматизированного анализа данных, измеренных в разнотипных шкалах, и классификации производственных ситуаций с целью управления производственными ситуациями при разработке технологических процессов, техническом и медицинском диагностировании [4].

Исходной информацией ИПК КОД-Т является таблица имперических данных (ТЭД) в форме матрицы «объекты – признаки», которые составляют реализации с наименованиями классов.

Выходную информацию ИПК КОД-Т составляют сведения о структурной полноте признаков ТЭД, их разделяющей способности и информативности, о возможности безошибочной классификации до построения грамматического ПК, а также само С-А правило классификации в виде самоанализирующей древовидной решающей структуры. Внутренние вершины решающего дерева отвечают терминальным бинарным (свойством-предикатом) С-П, описывающим локальные закономерности структурного образа в исследуемой предметной области, а внешние вершины (листья) соответствуют заданным категориям (классам) принимаемых решений.

На рис.5 представлена схема реализации алгоритмов проектирования в базах знаний проектирующей системы.

Элементом знаний в системе является модуль инженерных знаний, представляющий собой продукционное правило. Модули характеризуются

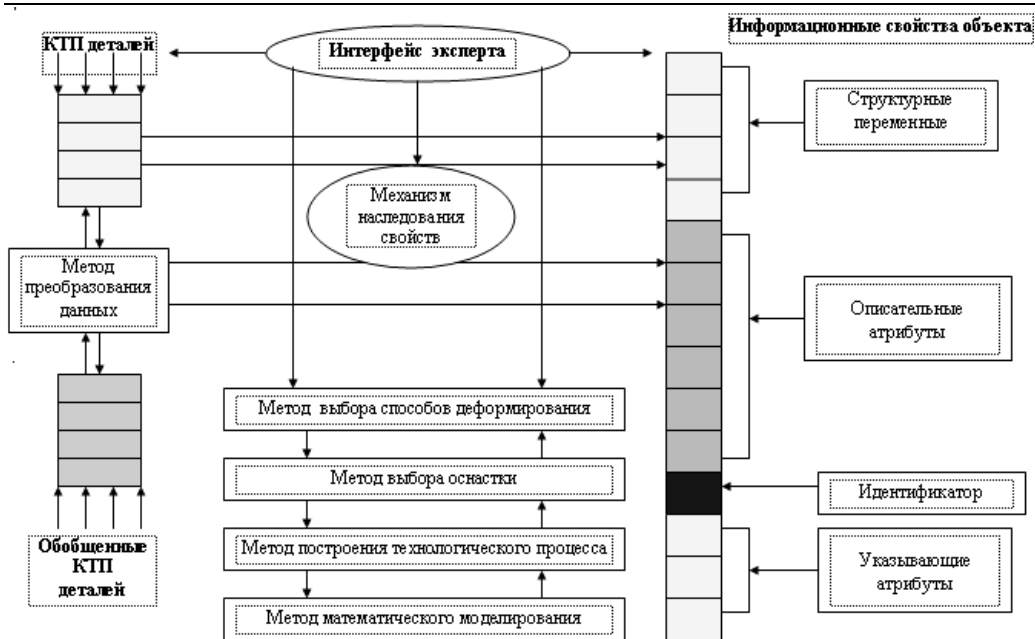


Рис. 5. Структура базы знаний проектирующей системы.

на каждом этапе проектирования своими входными и выходными свойствами, ограничениями на значения входных свойств и механизмами преобразования входных свойств в выходные. Использование базы знаний позволяет технологу без специальной подготовки производить следующие действия: присваивать значения выходным свойствам, определять значения по таблицам, определять значения выбором из базы данных, вычислять значения по формулам, вычислять значения с помощью программных модулей, осуществлять построение геометрических образов.

Модули инженерных знаний объединяются в функциональную библиотеку – базу знаний. База знаний имеет общий словарь (список свойств), из которого выбираются входные и выходные свойства.

Связанные между собой по входу и выходу модули инженерных знаний образуют методы (рис. 6). В методе, представленном схемой на рис. 6 производится расчет припусков на обработку объемной детали. Для выбора элементов маршрутной технологии структурная модель процесса представляется в виде блоков ориентированных графов, представляющих собой последовательность технологических операций, рассчитанных с помощью алгоритмов распознавания образов (рис. 7).

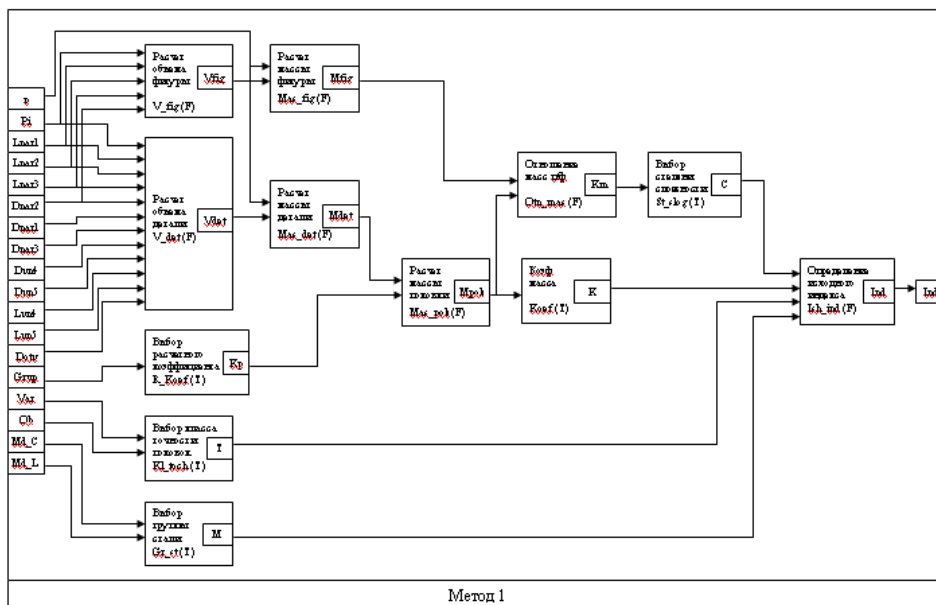


Рис. 6. Модули инженерных знаний, объединенные в метод назначения припусков на обработку объемной детали

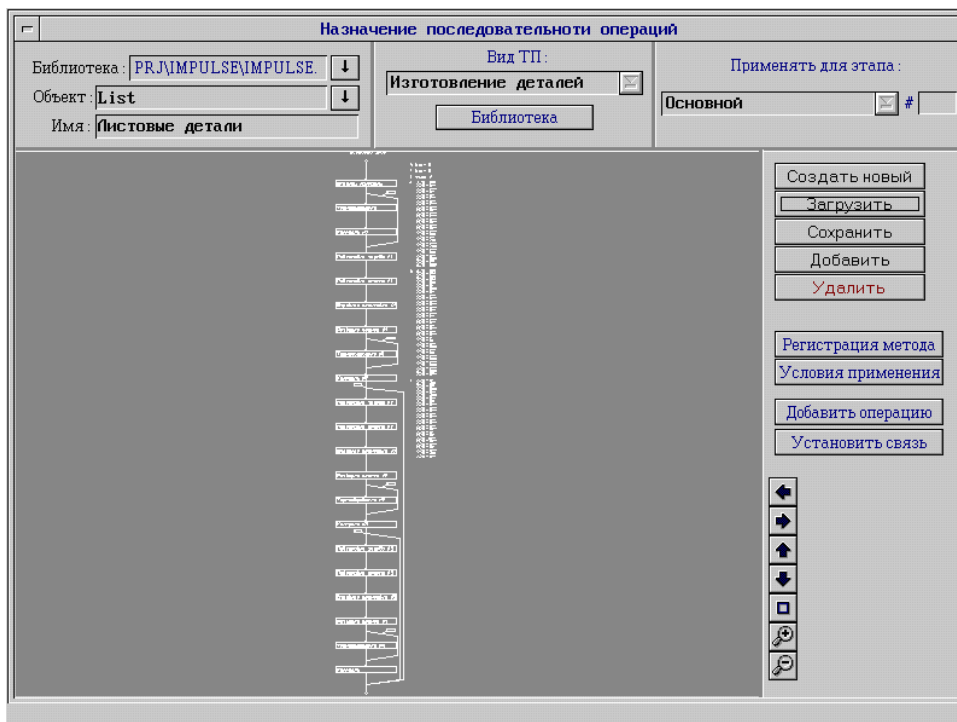


Рис. 7. Реализация построения плана технологического процесса в учебной версии СПРУТ – ТП

Данная концепция проектирования импульсных процессов позволяет легко преобразовывать сложные математические модели (словесные, аналитические и графические) в форму, удобную для обработки профессиональными технологами для разработки новых технологических процессов в оболочках современных САПР систем.

Данные алгоритмы внедрены и используются в учебном процессе в качестве обучающих программ.

Литература

1. Евгеньев Г.Б. Систематология инженерных знаний: Учебн. пособие для вузов. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 346 с. (Сер. Информатика в техническом университете).
2. Борисевич В.К., Третьяк В.В., Клыгина И.В.. Математическое моделирование ресурсосберегающих технологий // Научно-методична конференція «Впровадження нових інформаційних технологій навчання». – Х.: "ХАИ", 2004. – С. 227-232.
3. Сироджа И.Б. Структурно-аналитический метод распознавания образов с разнотипными признаками. // Математические методы анализа динамических систем. – Х., 1981. – Вып. 5. – С. 91-107.
4. Зорик В.Я., Филипковская Л.А., Третьяк В.В. Информационная технология классификационной обработки данных в проектировании техпроцессов листовой штамповки взрывом // Удосконалення процесів та обладнання обробки тиском в машинобудуванні і металургії: Тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2001. – С. 286-289.

Поступила в редакцию 10.06.2007

Рецензент: д-р техн. наук, проф. В.К. Борисевич, Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е.Жуковского "ХАИ", Харьков.