

УДК 621.7.044

**В.В. ТРЕТЬЯК***Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Украина*

## **СИНТЕЗ И ОПТИМИЗАЦИЯ ИМПУЛЬСНЫХ ПРОЦЕССОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОБЪЕКТНОГО ПОДХОДА**

Рассматриваются вопросы синтеза и оптимизации новых технологических процессов. Предложен метод решения прямой и обратной задач проектирования с учетом сложности физики процесса. При решении прямой задачи используется опыт проектирования технологических процессов на производстве и классификационная обработка данных. Предложен метод формализации знаний с позиций системного подхода, пригодного для использования в современных системах автоматизированного проектирования, где использовано объектное представление детали, технологического процесса и оснастки.

**импульсные процессы, объектный подход, структурный синтез, системный подход, параметрический синтез, распознавание образов, классификационный этап, базы знаний**

### **Введение**

Использование в авиационной технике все более прочных материалов для крупногабаритных листовых деталей со сложными оригинальными поверхностями и высокой точностью позволяет существенно повысить надежность эксплуатации и тактико-технические данные современных летательных аппаратов и двигателей.

Сокращение сроков морального старения техники, постоянное ее совершенствование, изменение форм деталей и материалов для их изготовления требует использования новых оригинальных методов их изготовления.

Применение новых подходов к проектированию технологических процессов диктует использование оригинальных ресурсосберегающих импульсных технологий, которые обеспечивают решение технических задач технологической подготовки производства в сжатые сроки при минимальных затратах на проектирование и подготовку производства.

С учетом общей тенденции к широкому использованию информационных компьютерных технологий эти работы должны органично вписываться в жизненный цикл изделий авиационной техники.

Использование современных технологий импульсной штамповки, на базе комплексного подхода

к знаниям, накопленным наукой и производством за счет использования новейших математических методов и компьютерных технологий, позволяет значительно снизить сроки изготовления деталей, свести к минимуму материальные и временные затраты на подготовку производства и само производство.

### **Методы проектирования импульсной технологии**

В настоящее время используются различные методы импульсных технологий, использующие высокоскоростные методы получения как листовых, так и объемных деталей.

К ним относится гидровзрывная штамповка, импульсная штамповка жидкостью на электрогидравлических прессах, магнитно-импульсная штамповка (МИШ), гидродинамическая штамповка на пресс – пушках и другие.

Данные методы изготовления можно использовать в самолетостроении, авиадвигателестроении и других отраслях для изготовления широкой номенклатуры листовых и объемных деталей.

Обладая высокой прочностью, жесткостью и хорошими технологическими показателями, детали имеют минимальную, по сравнению с другими конструкциями, металлоемкость.

Анализ номенклатуры листовых деталей сложной конфигурации (рис. 1) показал, что наиболее эффективным методом их изготовления является

деформирование заготовок через подвижные передающие среды (ППС): жидкость, газ, эластичные материалы (резина, полиуретан и др.).

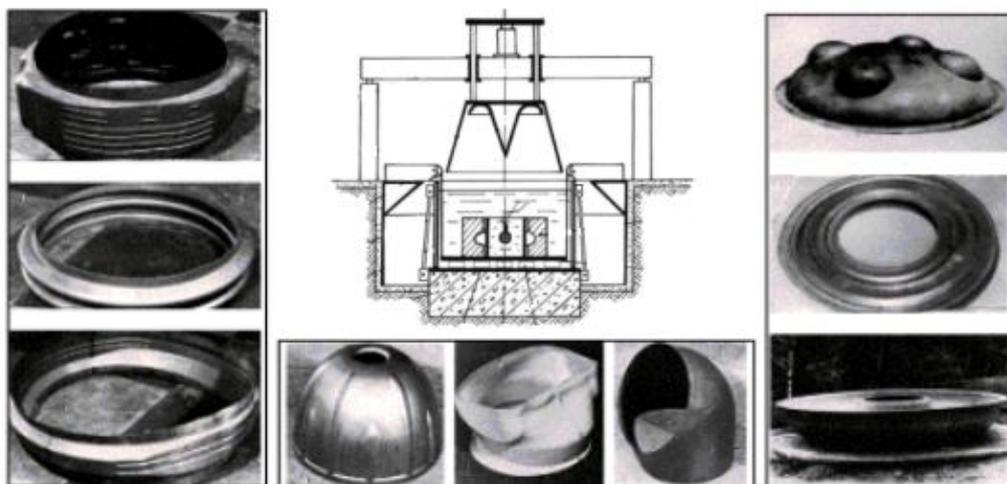


Рис. 1. Схема импульсной штамповки и номенклатура изготавливаемых деталей

Нагрузка на материал может осуществляться с чередованием низких и высоких скоростей, с применением различных специальных методов и приемов. Такой вид нагрузки необходимо оценивать и оптимизировать с учетом сложных многофазных дисперсных систем, что требует достаточно сложных многопараметрических расчетов, значительно усложняющих процесс проектирования.

Для этого используют опыт проектирования технологических процессов на производстве и имеющуюся научную базу [1].

Наличие такой базы позволяет предприятию сохранять и преумножать свой технологический опыт, делая его доступным для новых поколений технологов. Современные системы автоматизированного проектирования позволяют легко осуществлять такую работу лишь для хорошо формализованной математической модели детали и технологического процесса. В современных системах автоматизированного проектирования для описания технологических знаний используются принципы объектного представления знаний.

Математическая модель детали, изготовленной импульсной технологией 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

Проектирование ТП на уровнях формирования последовательности этапов, операций и переходов складывается из фаз структурного и параметрического синтеза. Структурный синтез устанавливает последовательность элементов на соответствующем уровне. При параметрическом синтезе формируются свойства элементов. При разработке технологического процесса на уровне структурного синтеза используются методы распознавания образов [2].

При проектировании таких технологических процессов вначале предполагается однооперационная или однопереходная схема штамповки.

В процессе отработки для выполнения технических требований нередко назначается несколько

штамповочных операций и термообработок, а также специальные приемы и операции.

В связи с тем, что выбор принципиальной схемы обработки, назначение маршрута трудно поддаются формализации, технологи на производстве используют свой опыт и интуицию. При отсутствии или недостаточности информации разработчики вынуждены использовать сведения из технологии для типовых представителей.

Для отработанных методов обработки, где накоплен большой опыт проектирования технологических процессов и имеется достаточная база структурированной информации, в том числе руководящие технические материалы (РТМ) используется достаточно простой алгоритм поиска отработанной технологии.

Для новых сложных деталей при использовании импульсных процессов проектирование ведется на нескольких уровнях. В начале производится выбор принципиальной схемы, затем назначается маршрут (определяется количество и последовательность операций: штамповочных, специальных, а также термообработок для интенсификации пластического течения в локальных зонах заготовки).

На последующем уровне (операционном описании ТП) назначают режимы обработки и определяют технико-экономические показатели процесса. Для проектирования технологической оснастки, также используют типовые решения конструктивных схем и компоновок. При этом метод проектирования с использованием ближайшего аналога позволяет найти технологические решения при минимальной доработке ТП – аналога с необходимостью лишь корректировки режимов обработки. При назначении отклонений на конструкторско-технологические свойства детали на уровне определения маршрута обработки, используют свои критерии и условия, как и при поиске ближайшего аналога.

На уровне операционного описания ТП величину заряда корректируют либо по известным зависимостям, апробированным в производстве, либо уточ-

няют по результатам математического моделирования процесса деформирования.

С помощью таких простых проектных процедур может обеспечиваться поиск аналогов для искомой детали и преобразование ТП – аналога и его структурных элементов по допустимым отклонениям на параметры конструктивно-технологических свойств и их совокупностей, обуславливающих устойчивость формоизменения для выбранных технологических схем штамповки (рис. 2).

Математическое моделирование при состояниях деформируемой детали близких к критическим по устойчивости процесса позволяет уточнить возможность реализации выбранной схемы штамповки, а также откорректировать режимы обработки.

Для проектирования на верхнем уровне (первом) выбор рациональных вариантов осуществляют по эвристическим критериям, на втором по такой же схеме критерии уточняются, а на третьем – отбираются критерии, связанные с технологической себестоимостью. Решения принимают по совокупности выделенных в анализе значений локальных критериев, отражающих себестоимость, производительность, надежность обеспечения технических требований.

На основе выбранного множества деталей, входящих в группу, может быть разработана комплексная деталь, включающая все типы элементов встречающихся у деталей этой группы. Для этой детали разрабатывается комплексный технологический процесс и оснастка. Рабочий ТП для каждой детали из группы определяется составом ее элементов и представляет собой подмножество комплексное.

### **Схема проектирования процессов**

В проектируемой системе используется методология объектно-ориентированного проектирования. В качестве объектов выступают детали и их составляющие, элементы технологических процессов, а также сами маршрутные и операционные технологические процессы (рис. 3), штампы и их элементы, оборудование и т.д.

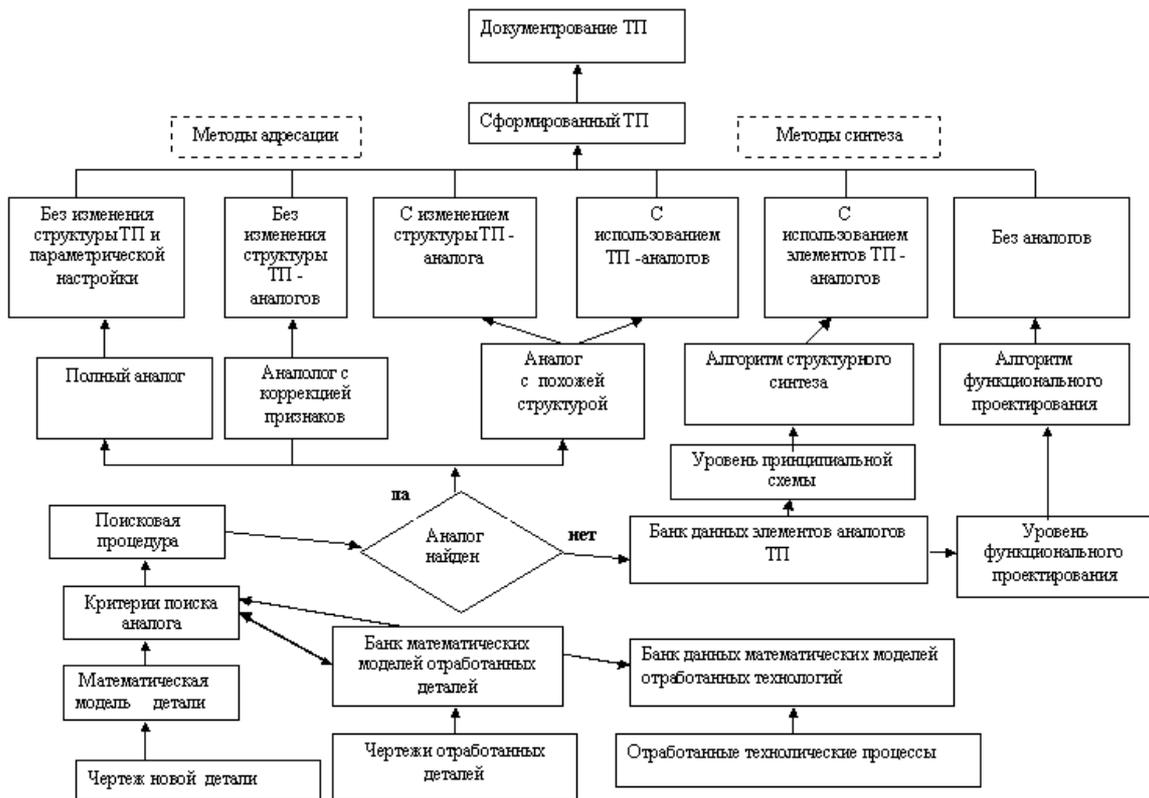


Рис. 2. Использование методов синтеза и адресации для проектирования импульсной технологии

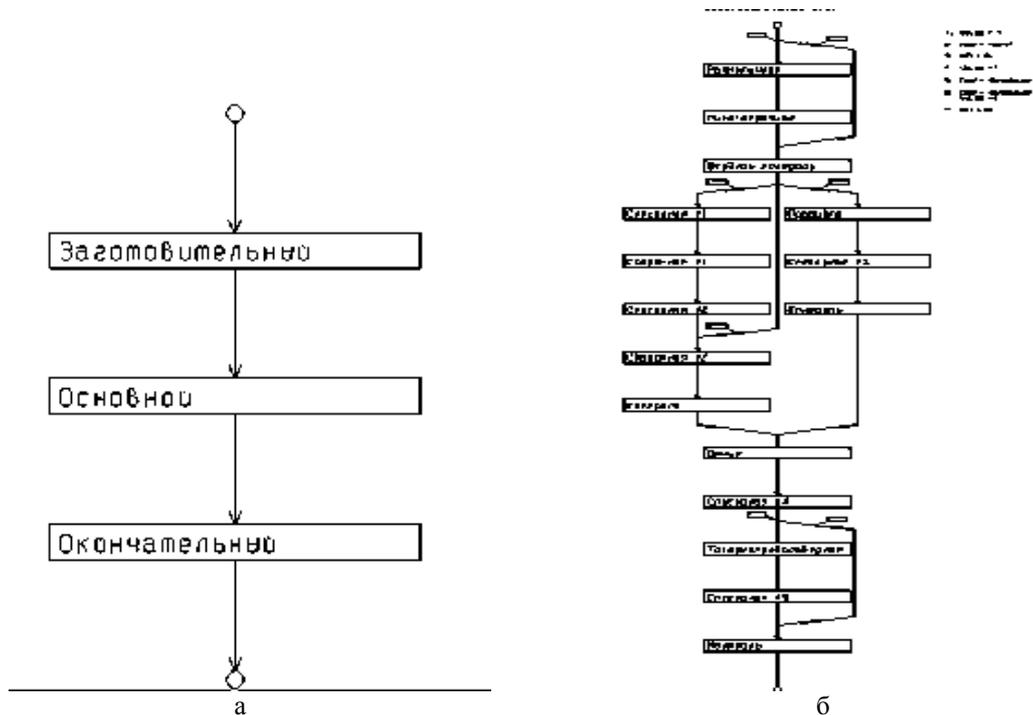


Рис. 3. Графы для формирования:  
а – этапов обработки; б – плана заготовительного этапа

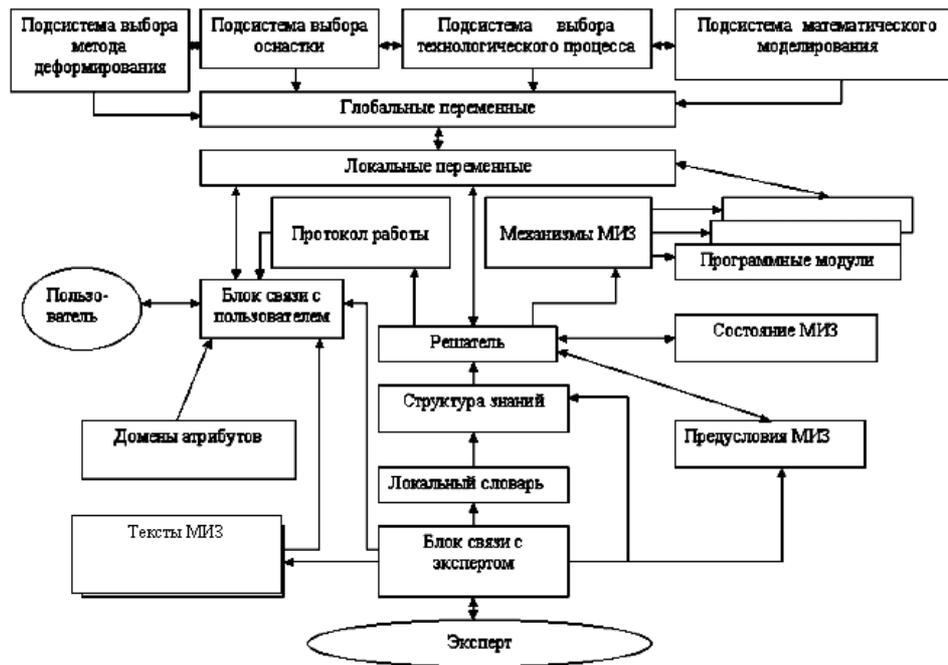


Рис. 4. Модель структуры базы знаний

Состояние объектов характеризуется перечнем их свойств и текущим значениями каждого из этих свойств, а поведение объекта определяется набором правил, описываемых с помощью модулей инженерных знаний, объединенных в методы.

Модель структуры базы знаний (рис. 4) представляется в виде сети взаимосвязанных модулей инженерных знаний. Поименованными узлами этой сети являются сами модули, а ориентированными ребрами – входные и выходные переменные наименования которых содержатся в словаре. В качестве действий используются расчеты по формулам, выбор данных из многовходовых таблиц, которые могут содержать как константы, так и формулы, выбор информации из баз данных, генерацию графических изображений и т.д.[3].

### Литература

1. Борисевич В.К., Третьяк В.В., Клыгина И.В. Математическое моделирование ресурсосберегающих технологий // Наук.-метод. конф. «Впровадження нових інформаційних технологій навчання». – Х.: ХАИ., 2004. – С. 227-232.

2. 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: Темат. зб. наук. праць. –

Краматорськ: ДДМА, 2001. – С. 286-289.

3. Евгеньев Г.Б. Систематология инженерных знаний. Уч. пособие. Сер.: Информатика в техническом университете. – М.: МГТУ, 2001. – 346 с.

Поступила в редакцию 31.05.2007

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. А.Я. Мовшович, Национальный технический университет «Харьковский политехнический институт», Харьков.