

УДК 621.7.044

В.Я. Зорик, В.В. Третьяк, В.П. Павиченко, И.В. Скорченко

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

МЕТОДЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ВЗРЫВНОЙ ШТАМПОВКИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Рассмотрены алгоритмы и методика проектирования технологии взрывной штамповки для получения листовых деталей методами адресации и синтеза. Представлена математическая модель листовых деталей и технологического процесса. Представлен граф для выбора схемы штамповки методом синтеза с использованием методов распознавания образов.

технология взрывной штамповки, методы адресации и синтеза, листовые детали, групповой технологический процесс

Технологические процессы листовой штамповки взрывом можно проектировать различными методами (рис. 1).

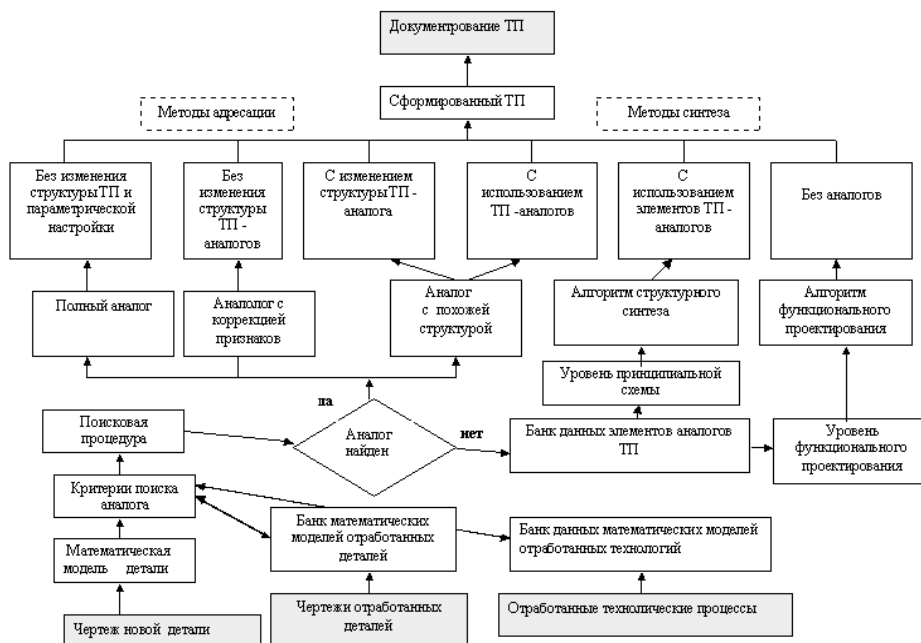


Рис. 1. Методы и алгоритмы проектирования взрывной штамповки

На практике для проектирования используются методы синтеза и адресации [1], отличающиеся сложностью алгоритмов проектирования. Наиболее прогрессивными являются методы, использующие накопленный опыт практики штамповки. Наиболее прост и легко осуществим метод адресации. При этом способе создается банк данных типовых деталей, обладающих соответствующими общими элементами и их свойствами [2, 3].

При проектировании структуры технологических процессов импульсной штамповки этот способ наиболее эффективен при использовании групповых технологических процессов.

Групповые технологические процессы используют для деталей, обладающих общностью структуры конструкторско-технологических признаков и подобных в технологическом плане.

На основе выбранного множества деталей, входящих в группу, может быть разработана комплексная деталь, включающая все типы элементов, встречающихся у деталей этой группы (рис. 2).

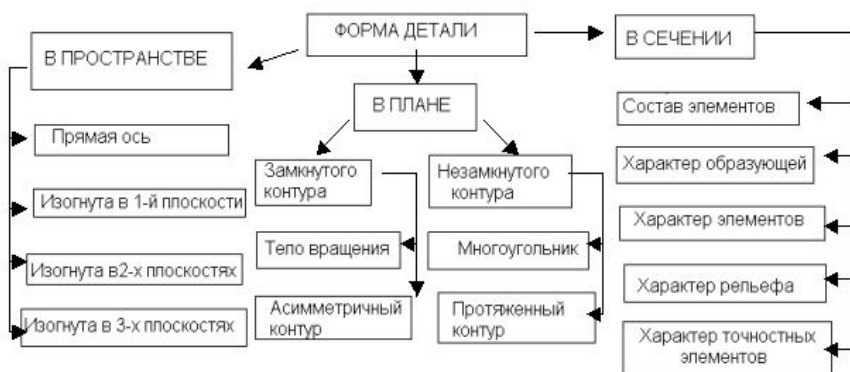


Рис. 2. Метамоделю листовой детали

Для этой детали разрабатывается комплексный технологический процесс и оснастка. Рабочий ТП для каждой детали из группы определяется составом ее элементов и представляет собой подмножество комплексного (рис. 3).

Метамоделю детали является наиболее общей, так как она интегрирует в себя и типовую и групповую. Простейший способ ввода таких знаний заключается в создании графа с постановкой в соответствующих местах на его ребрах условий выбора решений. Сам такой граф в целом также имеет условия своего применения [4].

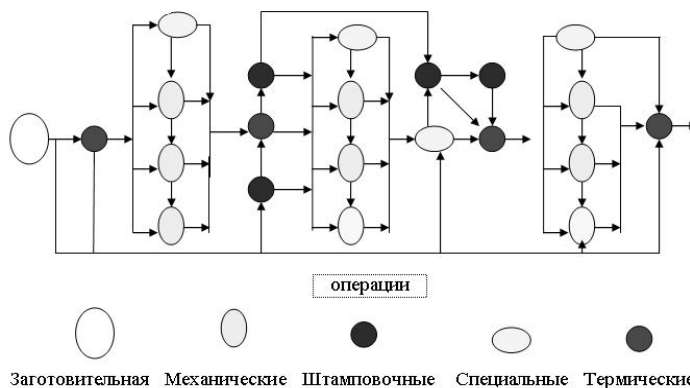


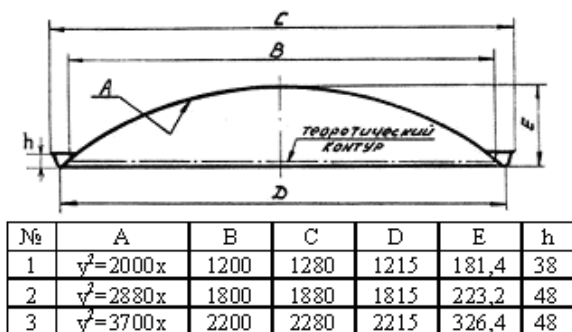
Рис. 3. Мета модель структуры технологического процесса

На основе этой информации формируются программные средства базы знаний, которые затем используются при проектировании ТП. По разработанным методикам проектирования созданы и апробированы технологии изготовления типовых представителей деталей сложной формы.

При проектировании операционной технологии ввиду сложности физических процессов необходимо корректировать технологические параметры по ближайшему аналогу.

В методах проектирования ТП с использованием аналога по технологическому подобию детали в созданном банке с помощью поисковой системы находят ближайший аналог, и корректируют параметры заряда по известным эмпирическим зависимостям.

Проектирование ТП по ближайшему аналогу выполнено для параболических рефлекторов. В качестве аналога выбран рефлектор (рис. 4) с диаметром рабочей поверхности $D_T = 1200$ мм и фланца $D_\phi = 1260$ мм с относительным фокусом $f/D_T = 0,4$ из алюминиевого сплава АМГ-2М толщиной $S = 1,5$ мм. Параметры искомой детали: $D_T = 2200$ мм, $D_\phi = 2280$ мм, $f/D_T = 0,42$, материал сплав АМцАМ толщиной $S = 2,5$ мм. Отличие в относительной высоте деталей порядка 5 %, не оказывает влияние на маршрут обработки. Характерная особенность зеркал – высокая точность рабочей (внутренней) поверхности: у аналога отклонение от теоретического контура $\Delta = 0,5$ мм. Для получения такой высокой точности в разработанной технологии предусмотрено получение вытяжкой полуфабриката с



а



б

Рис. 4. Параметры деталей – параболических рефлекторов: а – параметры рефлекторов; б – отштампованные детали

искомой детали близкие, поэтому маршрут обработки одинаков – выполняется одна штамповочная операция.

меньшей, чем у детали глубиной, а затем его обжимом по пуансону.

На первом переходе обжима получали сферическим зарядом генеральную форму, а на втором – линейным зарядом элемент жесткости. Параметры фрагментов представлены в табл. 1. Возможность их получения взрывной штамповкой обусловлена устойчивостью процесса формоизменения, т.е. соотношением параметров $\eta = \gamma_0 \cdot H_\phi (d_0 \cdot \delta_p)^{-1}$, которые у аналога и

Таблица 1

Параметры искомой детали и детали-аналога

Тип детали	Признаки						Маршрут обработки		
	d_0	H_f	S_ϕ	α_ϕ	δ_p	σ_ϵ	$Ш_3$	$ТО$	$Ш_4$
Аналог	80	9	1	90	0,22	500	1	0	0
Искомая	50	5	1,5	90	0,18	90	1	0	0

Тип детали	Признаки						Маршрут обработки		
	D_0	D_f	f	S	δ_p	σ_ϵ	$Ш_1$	$ТО$	$Ш_2$
Аналог	360	420	30	1	0,12	700	1	1	1
Искомая	200	220	10	1,5	0,18	90	1	0	0

Так как для искомой детали (табл. 1) соотношение $\bar{\eta}_{пл} < 1$, то необходима корректировка маршрута, т.к. нет необходимости в операции *ТО*: ресурса пластичности вполне достаточно $2f/D_f < \delta_p$ и доработанный маршрут обработки представлен одной штамповочной операцией.

Для проектирования детали (рис 5, а) найден аналог – отбортованное отверстие в детали, изготавливаемой из плоской заготовки (рис. 5, б).

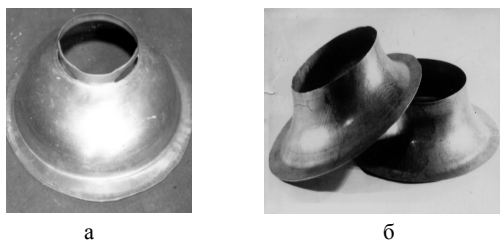


Рис. 5. Деталь и ее аналог для проектирования методом адресации

проектирования принципиальной схемы ТП и элементов маршрутной технологии. Они позволяют по конструкторско-технологическим признакам детали отнести искомую к тому или иному массиву деталей, для которых установлены проектные процедуры. Последние обеспечивают выбор формы заготовки, технологической схемы штамповки, возможность реализации заданных форм при накладываемых ограничениях на пластическое течение как свойствами материала, так и техническими условиями на изготовление.

При анализе возможности изготовления штамповкой детали используют соотношения параметров свойств технологической модели детали. Эти соотношения характеризуют устойчивость формоизменения в реализуемых схемах штамповки (формовке, вытяжке, раздаче, обжиме), обуславливают необходимость и целесообразность восстановления пластических свойств для обеспечения устойчивости формоизменения на последующих этапах деформирования, а также использования специальных операций $C_{пО}$ и технологических приемов СТП для интенсификации пластического течения в требуемом направлении.

При выборе рационального ТП в качестве критериев отбора используются затраты на совместимость схемы штамповки и формы заготовки: коэффициент использования материала (КИМ), сложность штампа, качество

детали. При раскрое для конической заготовки (изготовление сегмента) значительно ниже КИМ. К тому же необходим технологический припуск в такой заготовке в зоне направляющих опор ее торцов и их фиксации. Это усложняет и конструкцию штампа для раздачи. Затраты на изготовление конической заготовки также выше: необходима вальцовка сегмента и сварка, а деталь со сварным швом всегда уступает по качеству цельной. Поэтому в данном случае ТП проектируются по более рациональной схеме штамповки – вытяжке. Вырезку дна предложено осуществлять за один взрыв благодаря совмещению операций: вытяжка, пробивка отверстий и его отбортовка. Это позволило снизить утонение кромки борта. Чтобы снизить нагрузку на штамп при пробивке отверстия, пуансон (кольцо) закреплен на подвижной опоре, подпружиненной резиновым амортизатором.

В соответствии с разработанной методикой расчета режимов обработки, в которой учтена энергия для пробивки и отбортовки отверстия, определен вес сферического заряда и его месторасположение.

Проектирование ТП с использованием метода аналога реализовано с использованием структурно-аналитического метода (С-А) распознавания

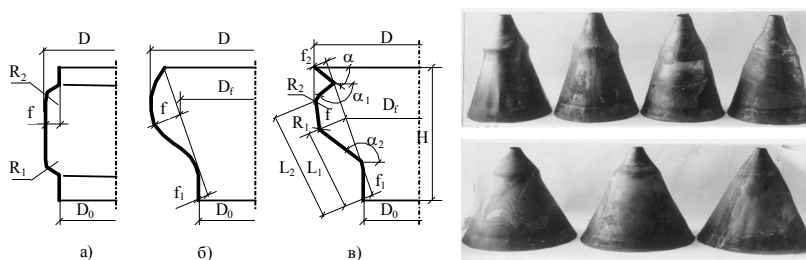


Рис. 6. Математическая модель детали типа обечайки

образов (РО) [4, 5]. Технология апробирована при изготовлении двух типов обечаек (рис. 6) с разными свойствами.

На рис. 7 представлен граф выбора принципиальной схемы ТП. В графе для деталей D1 и D2 выбрана схема штамповки использующая, схему N5 - метод раздачи конической заготовки.

Использование метода синтеза с использованием С-А моделей РО осуществлено при существенном наполнении ТЭД реализациями при других схемах штамповки (вытяжки, обжима, обтяжки, формовки), а также благо-

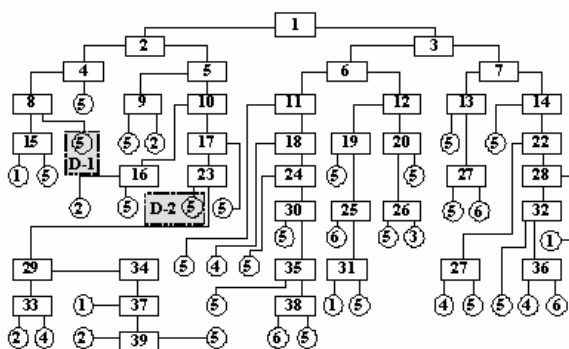


Рис. 7. Граф для выбора схемы штамповки

даря подготовке для дерева решений комплексных признаков, отражающих все особенности динамического поведения заготовки и пластического течения ее материала. Большинство из таких информативных признаков реализованы в методах проектирования единичных ТП.

Литература

1. Митрофанов С.П. Технологическая подготовка гибких производственных систем. – Л-д: Машиностроение. 1987. – 322 с.
2. Борисевич В.К., Третьяк В.В., Клыгина И.В.. Математическое моделирование ресурсосберегающих технологий // НМК «Впровадження нових інформаційних технологій навчання». – Х. ХАІ, 2004. – С. 227-232.
3. 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. – Краматорськ: Донбаська державна машинобудівна академія, 2001. – С. 286-289.
4. Сироджа И.Б. Структурно-аналитический метод распознавания образов с разнотипными признаками. // Математические методы анализа динамических систем. – Х., 1981. – Вып. 5. – С. 91-107.
5. Филипковская Л.А. Структурно-аналитическая модель распознавания образов в управлении производственными процессами // Вестник Национального технического университета «Харьковский политехнический институт». – Х.: НТУ «ХПИ». – 2001. – № 6. – С.279-283.

Поступила в редакцию 10.06.2007

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