

УДК 621.7.044

В.В. ТРЕТЬЯК

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

## АЛГОРИТМ И ЕГО РЕАЛИЗАЦИЯ В РАСЧЕТАХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ИМПУЛЬСНОЙ ШТАМПОВКИ

*В статье представлен алгоритм и пример его реализации для расчетов параметров технологических процессов импульсной штамповки. Решается ряд проблем, связанных с определением числа, вида и структуры устанавливаемых зарядов, определением местоположения установки и количества каждого вида заряда. Предложена методика для расчета операционной технологии для сложных деталей, которые необходимо штамповать с использованием специальных приемов. Представлена схема и алгоритм подбора аналога схема его корректировки. Представлен пример программной реализации и результаты расчета для листовой детали.*

**Ключевые слова:** импульсная штамповка, структура установки зарядов, операционная технология, сложные листовые детали.

### Введение

При проектировании параметров импульсной технологии решается ряд проблем, связанных с определением числа, вида и структуры устанавливаемых зарядов, определением местоположения установки и количества каждого вида заряда. Значительное количество сложных деталей необходимо штамповать с применением специальных приемов. Следовательно, необходимо установить какова структура и вид каждого специального приема для всех переходов ТП.

К настоящему времени имеется достаточно много методик, посылок, советов для расчета количественных величин операционной технологии. Как правило, авторы этих методик используют баланс между энергией, необходимой для деформации заготовки и работоспособностью заряда. Однако, при этом из-за сложности счета процесс сводится к однопереходному, как правило, осесимметричному случаю, к тому же расчет ведется для единичного заряда. В реальности же используются достаточно сложные заряды, к тому же процесс ведется за несколько переходов.

### 1. К методике расчета операционной технологии

В литературе имеются достаточно конкретные рекомендации для определения оптимального местоположения установки заряда. Это, прежде всего материалы РТМ.

Этими советами технологи пользуются довольно широко и совершенно оправдано. Однако слож-

ность протекающих процессов для каждого уникального техпроцесса, различные побочные эффекты, влияющие на коэффициент полезного действия взрывчатых веществ, невозможность реализовать для большинства деталей однопереходную и однозарядную схему установки ВВ, противоречивость формул расчета, в виду того что они были получены для определенных конструкторско-технологических признаков затрудняют расчеты этих параметров, а для значительной доли деталей они просто неприемлемы. Поэтому была предложена методика расчета техпроцесса на уровне операционной технологии с учетом полного спектра знаний и данных с использованием синтеза по элементам ТП аналогов.

Суть ее сводится к следующему. В банке данных систем можно отыскать один либо несколько аналогов, имеющих наибольшее число дискретных элементов, рассчитанных на предшествующих этапах. Такими элементами являются вид заготовки, вид основной операции, передающая среда, состав элементов генеральной формы, наличие прогиба на торцевых поверхностях и внутри детали, элементы маршрутной технологии, тип используемого материала.

Используя различные режимы поиска по этим элементам, находим массив данных для отыскания наиболее приемлемого аналога. Используем методику отыскания “ближайшего соседа” и применим одну из наиболее известных формул по минимуму расстояния в многомерном пространстве признаков (рис. 1). В данном случае расстояние здесь понимается в обобщенном смысле: по определению расстояния в функциональном анализе, т.е. возможны его различные выражения, например:

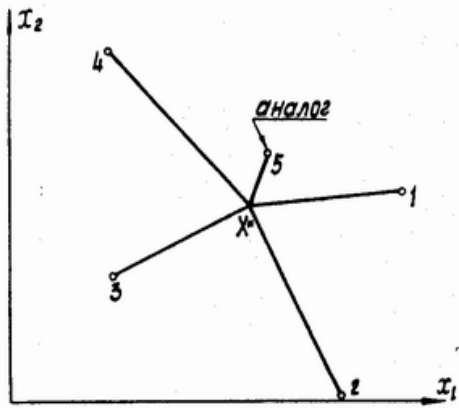


Рис. 1. Выбор ближайшего соседа для корректировки операционной технологии

евклидово расстояние:

$$\rho(X * al) = \sqrt{\sum_{i=1}^n (X_i - al_i)^2};$$

расстояние по модулю разности координат:

$$\rho(X * al) = \sum_{i=1}^n |X_i - al_i|;$$

расстояние по углу:

$$\rho(X * al) = \arccos \left\{ \frac{\sum_{i=1}^n X_i * al_i}{(|X_i| |al_i|)} \right\},$$

где  $X_i$  – i-я компонента  $X^*$ ;  $al$  – i-я компонента l-го эталона.

Выбор методики расчета производится по схеме, изображенной на рис. 2.



Рис. 2. Схема расчета параметров операционной технологии

## 2. Алгоритм расчета технологического процесса

На рис. 3 изображен алгоритм расчета импульсного ТП, состоящий из трех этапов проектирования.

На первом этапе производится выбор схемы процесса, на втором рассчитываются элементы маршрутной технологии (число переходов, темпооб-

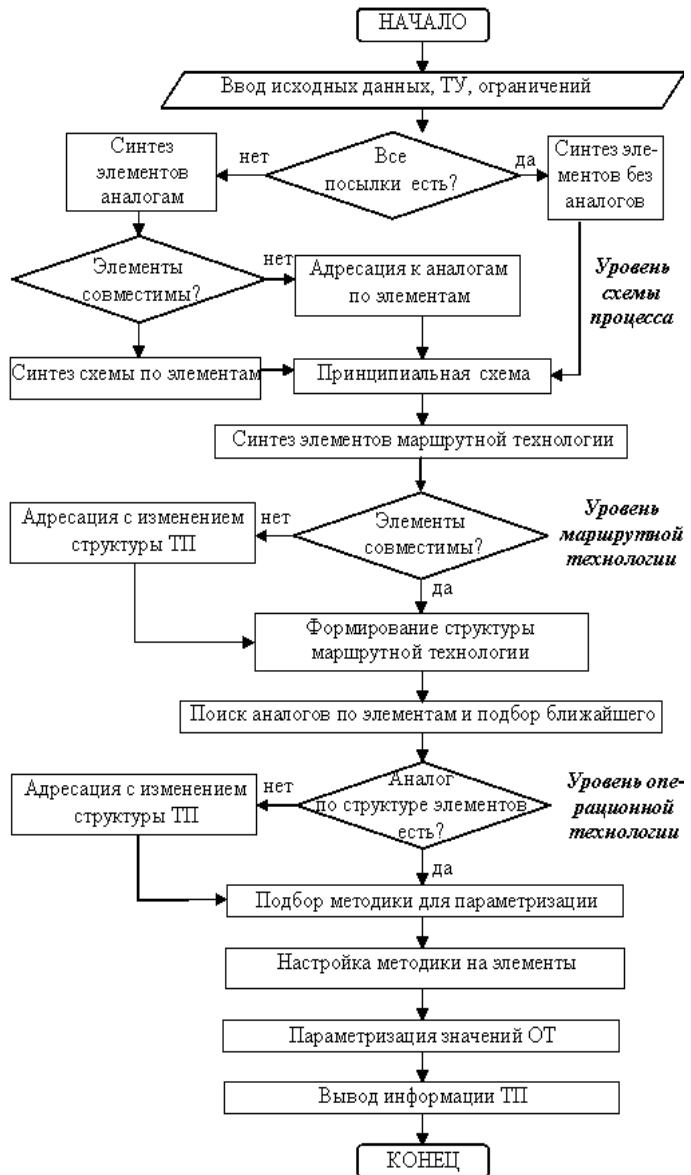


Рис. 4. Алгоритм для разработки технологического процесса импульсной обработки

работки, наличие специальных приемов), на третьем параметры операционной технологии (вид, структура и величина зарядов). Структура установки зарядов на каждом переходе и специальные приемы устанавливаются по элементам аналога.

Производится расчет параметров по методикам для аналога, устанавливается наиболее приемлемая методика расчета или рекомендации. С учетом коэффициентов поправок рассчитываются все количественные параметры для зарядов на каждом переходе для каждого вида заряда.

После расчета оптимального варианта методом конечных разностей производится расчет напряженно-деформированного состояния заготовки на каждом переходе, затем уточняются некоторые технологические параметры до принятия окончательного решения.

Таким образом, данная методика учитывает практически все известные методы расчета количественных величин операционной технологии, учитывает практически все известные методы расчета количественных величин операционной технологии.

### 3. Программная реализация алгоритма

Данный алгоритм (рис. 3) реализован в виде программы, используемой для подбора аналога и расчета заряда для взрывной штамповки [1]. В данном случае расчет производился для листовой осе-

симметричной детали из стали толщиной 1 мм из материала 12Х18Н9, с габаритными размерами 700 мм. Геометрия детали представлена в виде абсолютных (рис. 4) и относительных параметров (рис. 5).

Из рис. 6 видно, что разброс численного значения заряда, рассчитанного по различным методикам и используемого на производстве может существенно меняться в зависимости от метода расчета.

Автор предлагает использовать данный алгоритм и методику расчета, как наиболее приспособленную и апробированную к реальным условиям производства.

Вид оси	прямолинейная ось
Вид контура	открытый
Симметрия контура	тело вращения
Признак элемента	121
Вид образующей	без радиусов
Вид рельефа в плане	пуклевки круглые
Вид рельефа по расположению	наружный в недеформируемой зон
Тип рельефа	без радиусов
Точность контура	10-й квалитет
Точность сопряжения	совпадает с точностью контура
Тип материала	железо (Fe)
Толщина материала заготовки	4
Высота детали	200

Марка материала	SigmaS	SigmaB	SigmaP	Ro
12Х18Н10Т	20	55	40	7900

Alfa	90	Bf	0	LR1	0
F	0	Rf	0	LR2	0
F1	100	D0	700	AL1	0
F2	100	B0	0	AL2	0
L	200	R0	0	Макс. прогиб	0
Lf	100	R1	0	Радиус рельефа	0
D	700	R2	0	Угол рельефа	0

Рис. 4. Конструкторско-технологические признаки осесимметричной листовой детали

H	0,2857142	k	0	b0	0	AL1	180
D	700	t	0,0057142	альфа	90	AL2	180
d0	1	f	0	T мат	4	fr	0
df	0	f1	0,1428571	1/R1	0	1/Rr	0
del	0	f2	0,1428571	1/R2	0	Alr	180

Рис. 5. Расчет относительных конструкторско-технологических параметров детали

По формуле Пихтовникова	167,401	Величина заводского заряда	591,338
По формуле Завьяловой	145,702	Величина заряда по расчету без корректировки	643,836
По формуле Баранникова	144,078	Реальное отклонение в %	7,30605
По формуле Еременко	323,397	Козф. поправки для окончательных расчетов	0,93191
По энергетической формуле	643,836	Величина заряда	591,338
Заводской заряд	600	Высота установки заряда	39

Рис. 6. Расчет и сравнение величины заряда по различным методикам расчета

**Литература**

1. Третьяк В.В. Математическая модель и расчет импульсных технологических процессов в

объектном представлении / В.В. Третьяк // *Вісті академії інженерних наук. Спеціальний випуск. Машинобудування та прогресивні технології*. 2009. – № 1 (38). – С. 126-133.

Поступила в редакцію 4.06.2010

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

**АЛГОРИТМ І ЙОГО РЕАЛІЗАЦІЯ В РОЗРАХУНКАХ ПАРАМЕТРІВ  
ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ІМПУЛЬСНОГО ШТАМПУВАННЯ**

*В.В. Третьяк*

В статті представлено алгоритм і приклад його реалізації для розрахунків параметрів технологічних процесів імпульсного штампування. Розв'язується ряд проблем, пов'язаних з визначенням числа, вигляду і структури встановлюваних зарядів, визначенням місцеположення установки і кількості кожного виду заряду. Запропонована методика для розрахунку операційної технології для складних деталей, які необхідно штампувати з використанням спеціальних прийомів. Представлена схема і алгоритм підбору аналога, схема його коректування. Наведено приклад програмної реалізації і результати розрахунку для листової деталі.

**Ключові слова:** імпульсне штампування, структура установки зарядів, операційна технологія, листові деталі.

**ALGORITHM AND ITS REALIZATION IN COMPUTATIONS OF PARAMETERS  
TECHNOLOGICAL PROCESSES OF IMPULSIVE STAMPING**

*V.V. Tretyak*

In article an algorithm is presented and example of its realization for computations of parameters of technological processes of the impulsive stamping. A row decides of the problems, related to the decision of number, kind and structure of the set charges, by the decision of site of installation and quantity of every type of charge. A method is offered for computation of operating technology for the difficult details, which it is necessary to stamp with the use of the special receptions. A chart is presented and algorithm of selection of analogue chart of its adjustment. An example is presented of program realization and results of computation for the sheet detail.

**Key words:** impulsive stamping, structure of installation of charges, operating technology, sheet details.

**Третьяк Владимир Васильевич** – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н.Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: mint\_khai@rambler.ru.