

УДК 658.012.011.56:621.735.043.016.3:621.7.044

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

## ВОЗМОЖНОСТИ ПОИСКОВОЙ ПРОЦЕДУРЫ ПОИСКА АНАЛОГА ДЛЯ ЛИСТОВОЙ ДЕТАЛИ ПРИ ЕЕ ИЗГОТОВЛЕНИИ ИМПУЛЬСНЫМИ ТЕХНОЛОГИЯМИ

*Рассмотрены особенности формирования структуры и расчета параметров технологического процесса изготовления деталей импульсными технологиями. Рассмотрены особенности поисковых процедур, используемых в современных САПР системах. Представлены варианты поисковой процедуры для формирования технологических процессов механической обработки. Представлена объектная математическая модель листовой детали для ее использования при поиске аналога. Представлен алгоритм и ее программная реализация в программном комплексе. Приведен вариант использования программно-го комплекса в современной САПР системе.*

**Ключевые слова:** структура технологического процесса, импульсная обработка металлов, программный комплекс, поисковая процедура

### Введение

В процессе проектирования и освоения технологических процессов, особенно в механообработке выработалась достаточно общая последовательность процедур проектирования.

Дело в том, что именно в механообработке можно достаточно четко привязывать конструкторско-технологические элементы детали к технологии ее изготовления.

Например, круглое отверстие можно легко обрабатывать с помощью операции сверления или растачивания, сложные пазы – фрезерованием, круглые валы – точением.

и. т. д.

Поэтому в современных САПР системах при формировании технологических процессов механообработки поисковая процедура выбора аналога детали и технологического процесса достаточно хорошо апробирована.

Иное дело для сложных листовых деталей, изготавливаемых импульсными технологиями.

Во-первых, таких деталей достаточно за короткий период было изготовлено не так уж и много.

Дело в том, что импульсная технология эффективно может быть использована только в единичном и мелкосерийном производстве.

Так что точный аналог можно и не найти

Во вторых, сложность деформации при импульсной обработке детали требуют своеобразного иерархического описания элементов детали, причем это описание может быть представлено в разных

шкалах измерений (качественной, бинарной, наименований и, наконец, количественной).

Построение элементов технологического процесса (ТП) в этом случае требует обязательной процедуры синтеза технологического процесса.

Что можно выполнять с помощью математического аппарата распознавания образов.

Однако, при назначении операционной технологии все равно потребуются (хоть и не очень близкий) но какой-то аналог для определения состава компонентов для приложения эффективной импульсной нагрузки, мест расположения источников импульсной нагрузки, выбора методики расчетов параметров и наконец, уточнения КПД процесса, поскольку такая информация для сложных деталей и соответственно, многооперационного технологического процесса из-за малоизученности процесса отсутствует в литературных источниках. Поэтому необходим иной механизм назначения поисковой процедуры и, соответственно его программная реализация.

### 1. Схема и алгоритм поисковой процедуры

На рис. 1 приведена классическая схема поисковой процедуры, которую можно использовать и для формирования технологического процесса изготовления сложной листовой детали импульсными нагрузками [1].

В данном случае поисковая процедура состоит из четырех этапов.

В начале необходимо сформировать поисковое предписание, затем по этому поисковому предписанию описать саму деталь.

И, наконец, по поисковому предписанию необходимо найти соответствующий технологический процесс.

Если таких деталей несколько, то необходимо выбрать наиболее оптимальный ТП.

Далее необходимо произвести параметрическую настройку.

В данном случае она будет состоять из процедур установления структуры элементов состава импульсной нагрузки и количественных характеристик (например, определения веса заряда при взрывной штамповке).

На рис. 2. приведена экранная форма структурных составляющих объекта «Листовая деталь», представленная в САПР СПРУТ ТП.

На рис. 3 изображен фрагмент формы для отображения качественных и количественных признаков листовой детали.

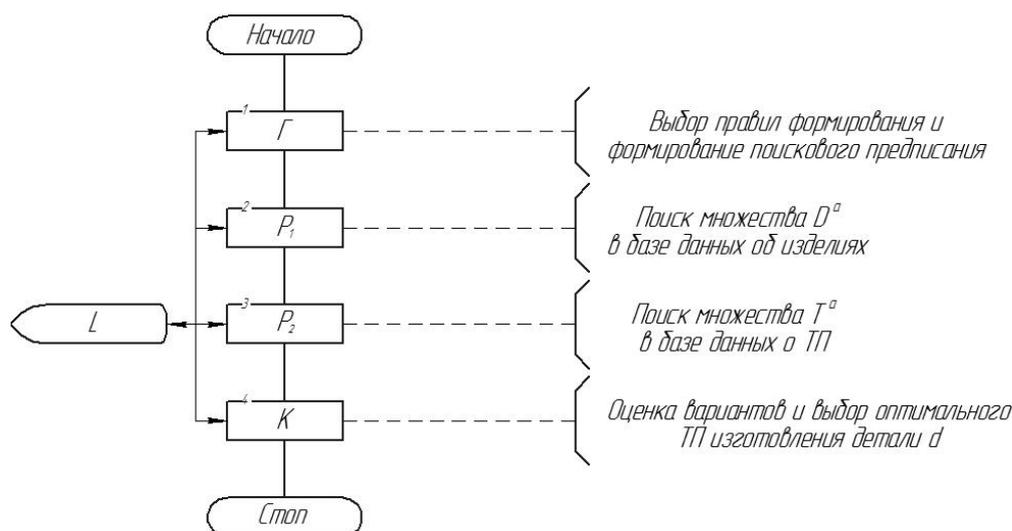


Рис. 1. Схема поисковой процедуры для формирования ТП методом аналога

14	Замктр	
15	Замчет	Замкнутый четырехугольник
16	Замкмн	Замкнутый многоугольник
17	Асимко	Асимметричный замкнутый контур
18	Неокр	Незамкнутая окружность
19	Нетреу	Незамкнутый угольник
20	Нечеты	Незамкнутый четырехугольник
21	Немног	Незамкнутый многоугольник
22	Протон	Протяженный контур
23	Неяоси	Нет явной оси
24	Сосэф	Состав элементов формы
25	Фланец	Фланец
26	Стенка	Стенка
27	Дно	Дно
28	Сосэл	Состав элементов
29	Макром	Макромодель листовой детали
30	Микром	Микромодель листовой детали
31	Лист1	Листовая деталь1
..	..	..

Рис. 2. Структура составляющих объектов в составе объекта «Листовая деталь» в СПРУТ ТП.

## 2. Программная реализация поисковой процедуры

Для осуществления процедуры поиска аналогов разработан программный комплекс, позволяющий производить поиск аналога по различным комбинациям поискового предписания.

Так, на рис. 4 изображен фрагмент формы для назначения поисковой процедуры поиска детали по следующим требованиям: вид оси – прямолинейный, вид контура – закрытый, образующая формы детали близка к окружности.

Кроме этого, можно наложить требования на количественные параметры детали.

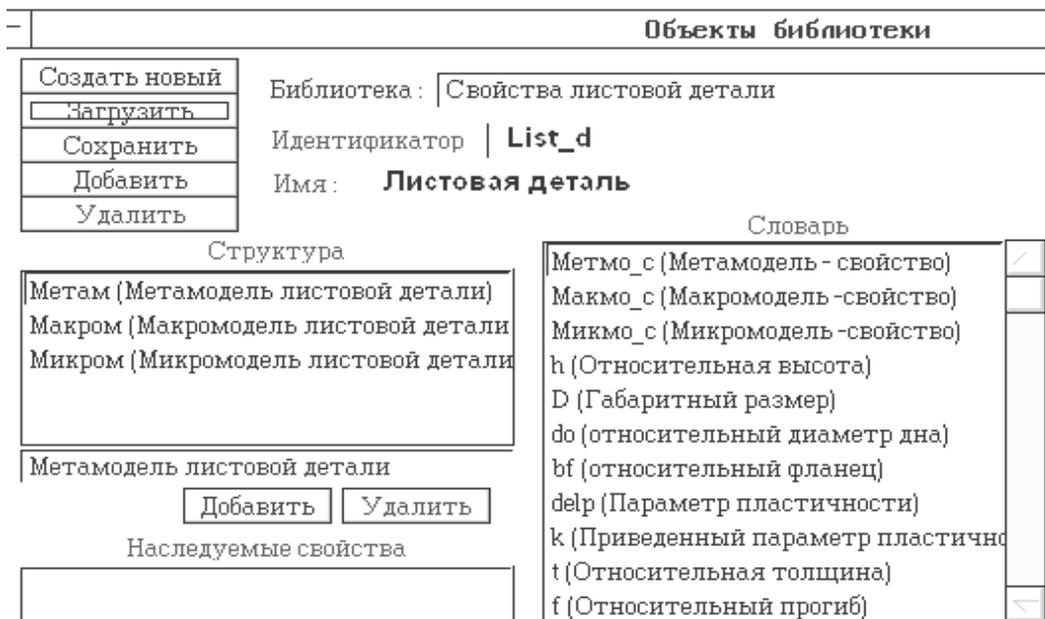


Рис. 3 . Структура объектов библиотеки «Листовая деталь»

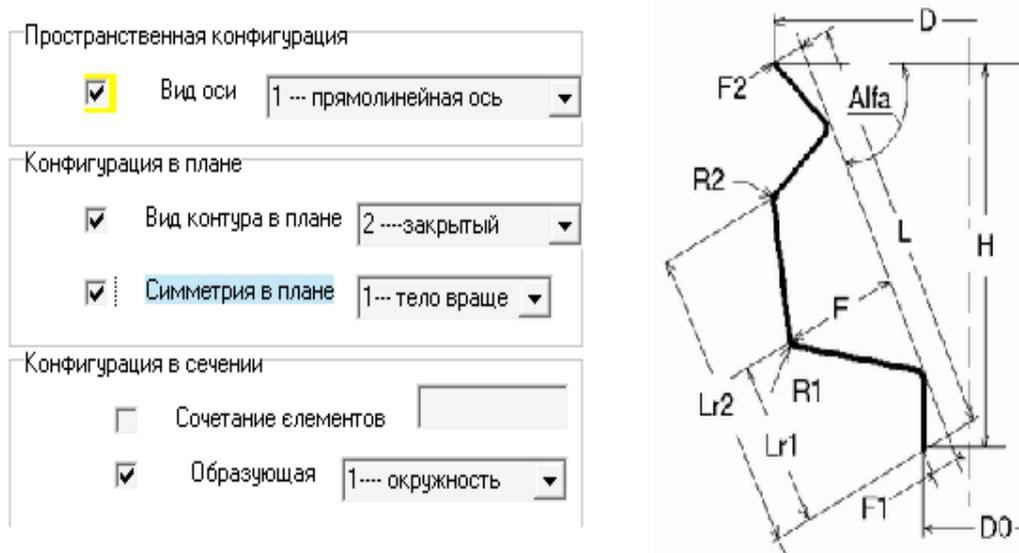


Рис. 4. Фрагмент формы для выбора качественных характеристик листовой детали

Так, в поисковой процедуре (рис. 5) наложены следующие требования: - поиск деталей с углом в плане до 75 градусов, толщина от 1 до 5 мм и максимальный диаметр выше 800 мм.

Кроме того, в поисковой процедуре наложены технологические требования: (рис. 6) заготовка – обечайка, основной вид операции – раздача, передающая среда – вода.

Всего в поисковой процедуре может быть легко задействовано около 50 параметров.

Часть из них представлены в качественной шкале, часть в количественной (причем как в абсолютных значениях, так и в приведенных, например, к относительному диаметру и т. д.

Можно также задавать требования по материалу и технологическим элементам. Численные значения можно задавать конкретно или диапазоном.

Примитивную форму детали – аналога вначале можно увидеть в графическом редакторе.

Базу данных можно пополнять новыми деталями [2].

Рис. 5. Фрагмент формы для выбора количественных параметров листовой детали

Рис. 6. Фрагмент формы для выбора технологических элементов детали

**Входные параметры**

1600 Коэффициент  $K_m$  ?  
 1,5 Коэффициент  $b$  ?  
 1,2 Коэффициент  $n$  ?  
 0,8 Толщина заготовки,  $t$  (mm)  
 705 Диаметр заготовки  $D_1$ , (mm)  
 Приращение диаметров,  $dD$  (mm)  
 764 Диаметр детали,  $D_{det}$  (mm)  
 Дистанция,  $R$  (m)

**Выходные параметры**

Вес,  $G$  кг

Формула для расчетов

$$G = K_m \cdot t^{1,5} \cdot R^2 \cdot \left(\frac{dD}{D_1}\right)^{0,77(1+0,1t)}$$

Рис. 1. Схема оснастки для проведения экспериментальных исследований:  
 1 - подкладное кольцо, 2 - нижний бандаж, 3 - заготовка  
 4 - матрица, 5 - прижимное кольцо, 6 - корпус,  
 7 - верхний бандаж корпуса,  
 8 - устройство для удержаний заряда,  
 9 - заряд, 10 - устройство для вакуумирования

Рис. 7. Экранная форма для осуществления параметрического синтеза – выбора формулы для выполнения расчета веса заряда

На рис. 7 представлена экранная форма для параметрической настройки – расчета параметров внешней нагрузки.

В данном случае приведена форма для расчета веса заряда при деформировании детали типа «Обе-чайка» при штамповке взрывом.

На рис. 8. изображен график зависимости веса заряда от толщины заготовки и ее габаритного диаметра, рассчитанный с помощью представленной программы [3].

Данные расчетов приведены для случая, когда диаметр заготовки при деформировании увеличивается на 50 мм.

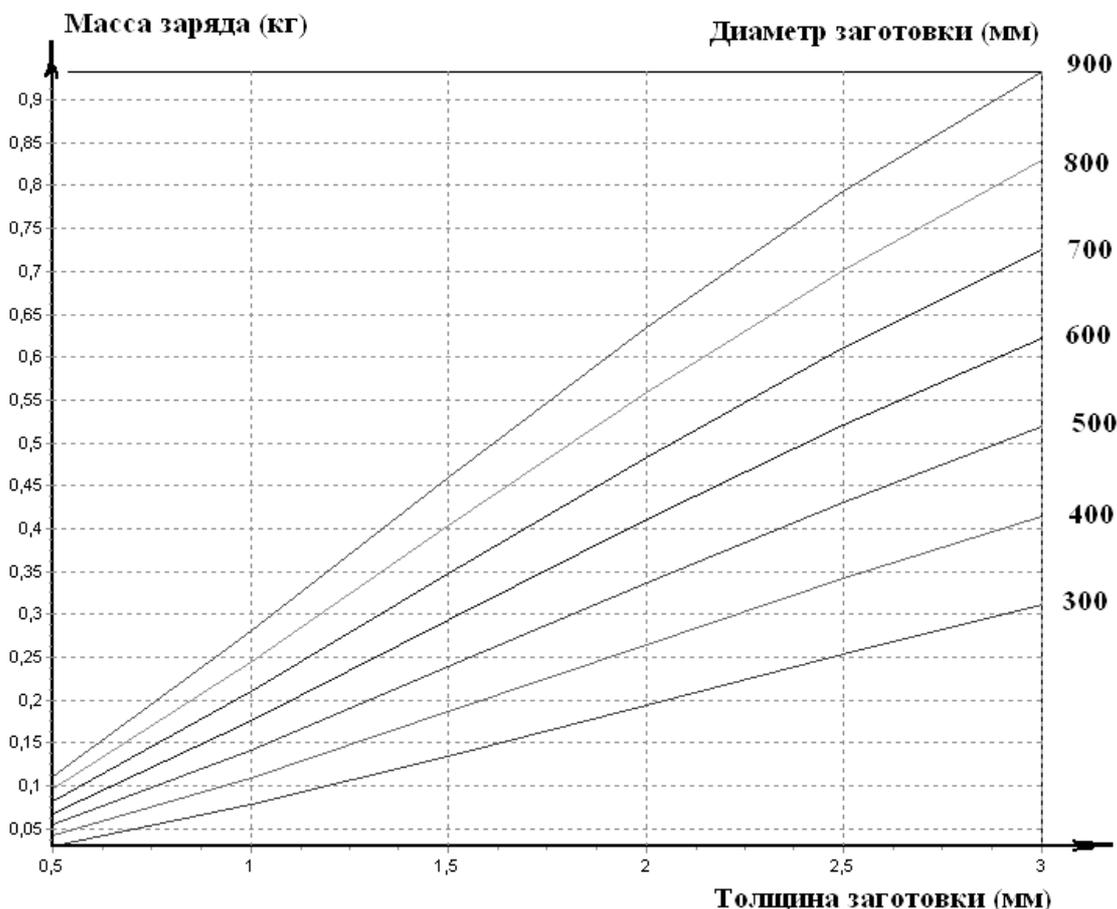


Рис. 8. Зависимость веса заряда от толщины заготовки и габаритов заготовки

## Выводы

Разработана математическая модель поисковой процедуры для ее использования в автоматизированном проектировании для импульсных технологических процессов (в частности для взрывной штамповки).

Математическая модель апробирована в современной САПР системе СПРУТ ТП.

Выполнены расчеты и представлены графические зависимости параметров импульсного источника энергии (веса заряда для взрывной штамповки) в зависимости от габаритных размеров детали.

Данная модель может быть использована как в учебном процессе в курсовом и дипломном проектировании, так и при отработке опытных технологических процессов импульсной металлообработки.

## Литература

1. Алиев, Ч. А. Система автоматизированного проектирования технологии горячей объемной штамповки [Текст] / Ч. А. Алиев, Г. П. Тетерин. – М. : Машиностроение, 1987. – 224 с.
2. Третьяк, В. В. Мультиагентная система синтеза технических решений в области импульсной технологии для объектов аэрокосмического комплекса [Текст] / В. В. Третьяк // *Proceedings XXIV international conference «New Leading technologies in machine building»*, Rybachie, Ukraine, September 3–8, 2014. – P. 15.
3. Определение величины заряда при раздаче обечаек взрывом [Текст] / А. А. Баранников, А. М. Гринченко, В. Г. Дорофеев и др. // *Импульсная обработка металлов давлением : темат. сб.* / Харьк. авиац. ин-т. – Харьков, 1975 – Вып. 5. – С. 11-13.

## References

1. Aliev, Ch. A., Teterin, G. P. *Sistema avtomatizirovannogo proektirovanija tehnologii gorjachej ob'emnoj shtampovki* [Computer-aided design of technology of the hot by volume stamping]. Moscow. Mashinostroenie Publ., 1987. 224 p.
2. Tret'jak, V. V. Mul'tiagentnaja sistema sinteza tehniceskikh reshenij v oblasti impul'snoj tehnologii dlja ob'ektov ajerokosmicheskogo kompleksa [The multiagent system of synthesis of technical decisions in area of impulsive technology for the objects of

aerospace complex]. *Proceedings XXIV international conference «New Leading technologies in machine building»*, Rybachie, Ukraine, September 3–8, 2014, pp. 15.

3. Barannikov, A. A., Grinchenko, A. M., Dorofeev, V. G., Eremenko, V. E. *Opredelenie velichiny zarjada pri razdache obechaek vzryvom* [Decision of size of charge at distribution of cylindrical purveyances by the explosion]. *Impul'snaja obrabotka metallov davleniem. Tematicheskij sbornik*. Kharkov. aviatic. in-t. Kharkov, 1975, no. 5, pp. 11-13.

*Поступила в редакцию 30.05.2017, рассмотрена на редколлегии 12.06.2017*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. каф. технологий производства авиационных двигателей В. Ф. Сорокин, Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков.

## МОЖЛИВОСТІ ПОШУКОВОЇ ПРОЦЕДУРИ ПОШУКУ АНАЛОГА ДЛЯ ЛИСТОВОЇ ДЕТАЛІ ПРИ ЇЇ ВИГОТОВЛЕННІ ІМПУЛЬСНИМИ ТЕХНОЛОГІЯМИ

*В. В. Третяк*

Розглянуті особливості формування структури і розрахунку параметрів технологічного процесу виготовлення деталей імпульсними технологіями. Розглянуті особливості пошукових процедур, що використовуються в сучасних САПР системах. Представлені варіанти пошукових процедур для формування технологічних процесів механічної обробки. Представлена об'єктна математична модель листової деталі для її використання при пошуку аналога. Представлений алгоритм і її програмна реалізація в програмному комплексі. Приведений варіант використання програмного комплексу в сучасній САПР системі.

**Ключові слова:** структура технологічного процесу, імпульсна обробка металів, програмний комплекс, пошукова процедура

## POSSIBILITIES OF SEARCHING PROCEDURE OF SEARCH OF ANALOGUE FOR SHEET DETAIL AT ITS MAKING BY IMPULSIVE TECHNOLOGIES

*V. V. Tretyak*

Features are considered of forming of structure and computation of parameters of the technological process making of details by the impulsive technologies. Features are considered of the searching procedures, used in the modern SAPR systems. Variants are presented of searching procedures for forming of technological processes of tooling. An objective mathematical model is presented of sheet detail for its use at the search of analogue. An algorithm is presented and its program realization in the program complex. A variant is resulted of the use of program complex in the modern SAPR system.

**Keywords:** structure of technological process, impulsive treatment of metals, program complex, searching procedure

**Третяк Владимир Васильевич** – канд. техн. наук, доц., доц. каф. технологий производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: v.tretyak@khai.edu.

**Tretyak Vladimir Vasiliyevich** – Candidate of Technical Science, associate professor of department of technologies of production of aviation engines of the National aerospace university named after N. Ye. Zhukovsky “KhAI”, Kharkiv, Ukraine, e-mail: v.tretyak@khai.edu.