

УДК 621.7.044

В. В. ТРЕТЬЯК*Национальный аэрокосмический университет им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков***ПРИЕМЫ РАЗРАБОТКИ КОНСТРУКЦИИ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ
В СРЕДЕ СПРУТ ТП**

Представлены приемы разработки конструкции импульсных устройств в интеллектуальной среде СПРУТ ТП. Информационная модель конструкции импульсных устройств состоит из объектов, каждый из которых состоит из элементов, обеспечивающих определенную функцию в конструкции изделия. Объекты характеризуются именем, идентификатором, а также индивидуальным списком свойств (словарем), характеризующим свойства объекта. Объекты конструкции импульсных устройств связаны между собой отношениями «род-вид» и «целое-часть». Связанные между собой объекты объединены в библиотеку импульсных устройств. Представлен пример создания новой конструкции импульсного устройства на основе реализации метода синтеза по элементам аналогам, включая алгоритмы решения изобретающих задач.

Ключевые слова: интеллектуальная система, конструкция импульсных устройств, информационная модель, синтез по элементам аналогам

Введение

Одной из особенностей современного промышленного производства является сокращение его массовости, обусловленное объективной необходимостью частой смены видов выпускаемых изделий, что требует от него высокой технологической гибкости. Традиционные методы штамповки с использованием инструментальных штампов, представляющих собой сложные – высокоточные дорогостоящие механизмы, таким требованиям не удовлетворяют.

В этом случае, как показала практика, наиболее эффективны импульсные способы листовой штамповки жидкой (или эластичной) передающей средой по одной формообразующей поверхности.

В области импульсной штамповки работает ряд организаций РАН, НАН Украины, университетов и академий Министерства образования и науки Украины.

Математические методы расчета импульсных методов листовой штамповки впервые были теоретически обоснованы и подтверждены экспериментальными исследованиями Р. В. Пихтовникова [1].

Эти работы сыграли значительную роль в разработке и внедрении в производство новых технологических процессов листовой штамповки.

Большой вклад в разработку теоретических основ импульсной штамповки внесли видные ученые: М. А. Лаврентьев, Х. А. Рахматулин, Ф. А. Баум, К. П. Станюкович, Ю. Н. Алексеев, О. Д. Антоненко, М. А. Анучин, С. М. Поляк, В. И. Завьялова,

В. К. Борисевич и др.

На начальном этапе определения технологических возможностей импульсной штамповки основное внимание ученых было сконцентрировано на исследовании физических явлений, обуславливающих процесс деформирования заготовки.

Для построения моделей высвобождения энергии при импульсном деформировании (в частности методом штамповки взрывом), передачи этой энергии окружающей среде - воде были использованы фундаментальные исследования в области физики взрыва.

Одновременно с теоретическими исследованиями [1] разрабатывались новые устройства и оборудование. Однако процесс создания на определенном этапе новых устройств происходил в основном вручную ввиду объективных сложностей (отсутствие новых математических методов и программных средств). Практически не использовались новые математические методы синтеза автоматизированного проектирования новых устройств и компьютерная техника, что в свою очередь наряду с экономическими трудностями привело к серьезному отставанию процессов разработки новой техники и использованию возможностей импульсных методов в промышленности.

Автором рассмотрены приемы разработки новых импульсных устройств в интеллектуальной среде СПРУТ ТП и представлен пример создания новой конструкции импульсного устройства на основе реализации метода синтеза по элементам аналогам, включая алгоритмы решения изобретающих задач.

1. Возможности интеллектуальной системы СПРУТ ТП

Интеллектуальная система автоматизированно проектирования и нормирования технологических процессов СПРУТ-ТП позволяет описывать информационные модели изделий, формировать базы данных (БД) по ресурсам проектирования ТП, описывать знания по проектированию технологических процессов, проектировать технологические процессы изготовления изделий на основании введенных в систему знаний, генерировать и редактировать технологическую документацию [3].

Информационные модели проектируемых и изготавливаемых изделий формируют и редактируют с помощью редактора информационных моделей, который можно использовать и отдельно от системы СПРУТ-ТП.

Объекты системы характеризуется именем и идентификатором (до восьми символов), а также индивидуальным списком свойств (словарем). Объекты связаны между собой отношениями «род-вид» (например, варианты исполнения детали) и «целое-часть» (составные части детали или сборочной единицы).

Связь «род-вид» реализуется включением в словарь объекта свойства-дискриминатора, значением последнего является идентификатор объекта-подтипа. Связь «целое-часть» реализуется и хранится в отдельном файле. Экземпляры объектов генерируются автоматически с помощью подключенных к объектам методов базы знаний.

Естественный способ представления знаний параметрического синтеза – использование правил-продукций: если <условие>, то <действие>.

Такие правила строят на базе словаря, содержащего термины технического языка и их условные обозначения (идентификаторы).

В качестве действий используются расчеты по формулам, выбор данных из многовыходных таблиц, выбор информации из баз данных, генерация графических изображений и т.д. Эксперт формирует правила параметрического синтеза с помощью специального инструментального средства – системы генерации баз знаний [2].

После ввода необходимых правил автоматически генерируется программное средство, которое в дальнейшем используется при проектировании технологических процессов. Базы знаний являются модульными, открытыми для модернизации и доступными для понимания любым технологом.

Связанные между собой объекты объединяются в библиотеку (рис. 1).

Библиотека объектов содержит описание типов свойств объектов и связей между ними.

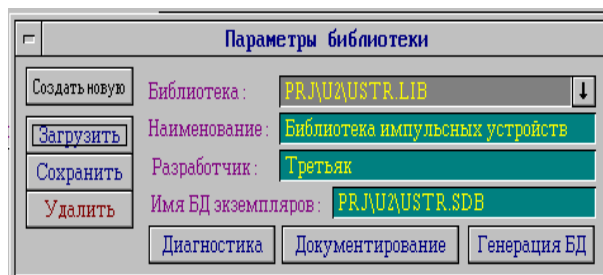


Рис. 1. Атрибуты библиотеки импульсных устройств

Соответствующая база данных экземпляров содержит значения свойств каждого из экземпляров [4].

2. Использование возможностей интеллектуальной системы СПРУТ ТП для решения изобретательских задач в импульсной металлообработке

Для исследования возможности системы проанализированы возможности создания новых устройств импульсной металлообработки в объектном представлении.

Для этой цели в системе СПРУТ ТП составлен каталог объектов, принимающих участие в разработке типовых устройств (рис. 2).

№	Идентификатор	Наименование объекта
	Источ	Источник импульсной нагрузки
4	Фикс	Фиксирующие элементы
5	Болт	Болт
6	Шайба	Шайба
7	Гайка	Гайка
9	Среда	Среда
13	Кольцо	Кольцо
20	Загот	Заготовка
21	Прокла	Прокладка
24	Дно_кам	Дно камеры
27	Кор_кам	Корпус камеры
28	Кам_дно	Камера с дном
34	Прижим	Прижим
58	Эффект	Эффект
62	Устр1	Устр1
63	Корпус	Корпус
69	Вз_ка	Взрывная камера
71	Со_кам	Составная камера
72	Панель	Панель

Рис. 2. Каталог объектов системы

Объекты импульсных технологий характеризуются уникальными именами и идентификаторами (ключами).

Каждый объект имеет свои свойства (рис. 3). Присвоенные значения свойств отражаются в экземплярах объекта.

Кроме текстовой формы описания объектов система предоставляет уникальные графические фор-

мы, в которых можно увидеть подчиненные объекты (рис. 4).

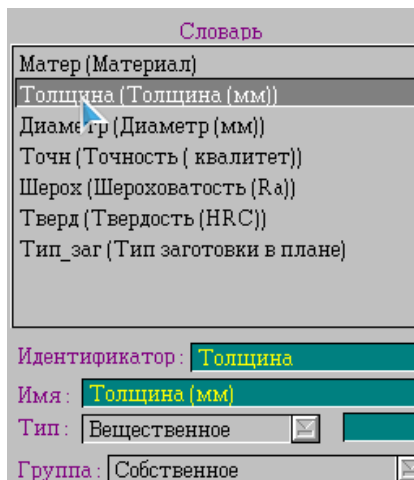


Рис. 3. Пример назначения атрибутов объекту – заготовка

На рис. 4 приведена графическое представление структуры прототипа с подчиненными объектами, а на рис. 5 представлена экранная форма для описания этого объекта в СПРУТ ТП.



Рис. 4. Графическое представление структуры объекта в СПРУТ ТП

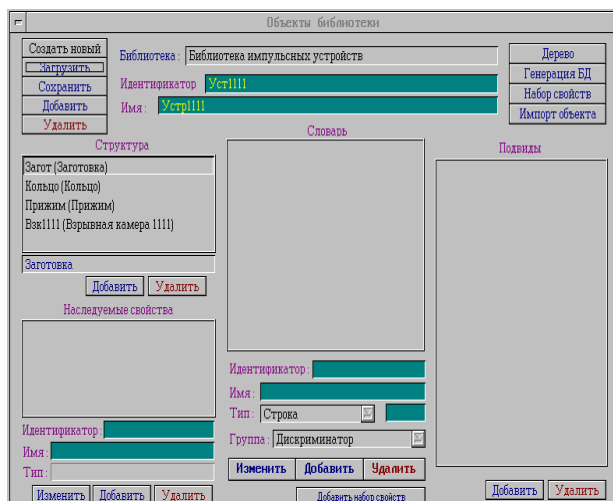


Рис. 5. Экранная форма для описания структуры и свойств объекта в СПРУТ ТП

Экранная форма включает разделы: идентификатор, имя, состав, свойства, виды и наследуемые свойства.

На рис. 6 изображена схема устройства, которое в дальнейшем было использовано в качестве прототипа на полезную модель.

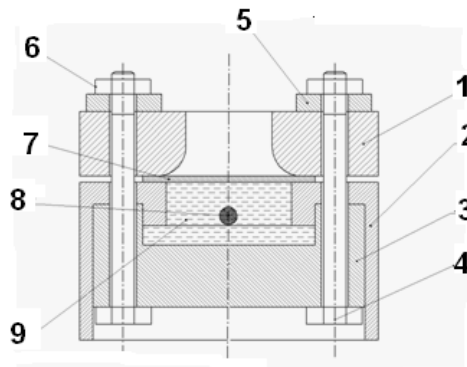


Рис. 6. Графическое представление устройства – прототипа:

1 – матрица; 2 – взрывная камера; 3–дно; 4 –болт; 5 – шайба; 6 – гайка; 7 – заготовка; 8 – источник импульсной нагрузки; 9 – передающая среда

При синтезе структуры нового объекта пользователь дорабатывает состав и структуру объекта с наследуемыми свойствами.

При этом одновременно в систему можно подключать и графическое окно для представления конструкции устройства с использованием возможностей современных САД систем.

Для формирования нового объекта в алгоритм синтеза могут быть подключены разработанные в ХАИ программные модули с использованием новых принципов изобретательства, алгоритмов АРИЗ и новых принципов действия [5].

На рис. 7 представлен фрагмент синтезированного дерева нового устройства с использованием метода синтеза с элементами аналогами с использованием метода зеркального отображения.

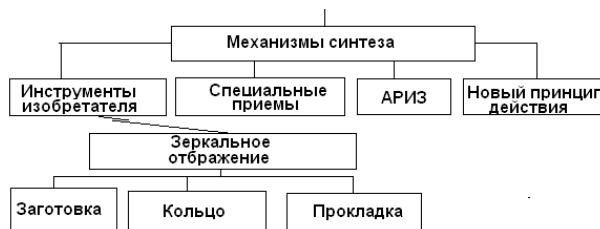


Рис. 7. Фрагмент части дерева для синтеза объекта с использованием принципа зеркального отображения

Для выбора инструментов изобретателя может быть использован программный модуль, разрабо-

таный в ХАИ на кафедре технологий производства авиационных двигателей.

На рис. 8 представлен фрагмент экранной формы для выбора инструментов. Пользователю предоставляется возможность просмотреть алгоритм работы инструмента (просмотр по клавише «+») и пример (просмотр по клавише «?»).

1. Принцип дробления	?	+
2. Принцип вынесения	?	+
3. Принцип местного качества	?	+
4. Принцип асимметрии	?	+
5. Принцип объединения	?	+
6. Принцип универсальности	?	+
7. Принцип "матрешки"	?	+

Рис. 8. Фрагмент экранной формы для выбора инструментов изобретателя

На рис. 9 представлен фрагмент разработанного дерева структуры нового устройства в графическом редакторе СПРУТ ТП, состав которого был сформирован по представленной выше схеме.

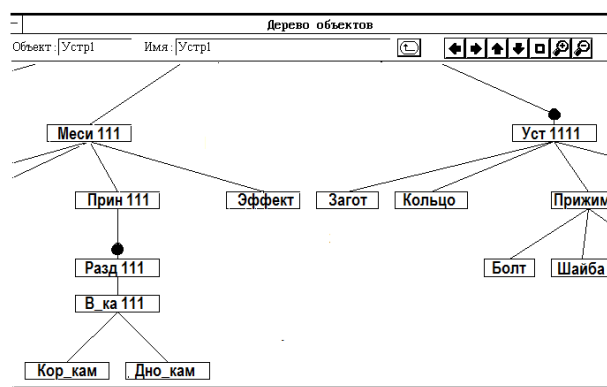


Рис. 9. Графическое представление структуры объектов разработанного устройства в системе СПРУТ ТП

На рис. 10 представлена схема разработанного устройства для штамповки листовых деталей импульсными источниками энергии [6].

Формула полезной модели для нового устройства представлена так: пристрій для штампування листових деталей імпульсними джерелами енергії, який містить матрицю, джерело імпульсної енергії, передачне середовище, фіксуючі елементи, який відрізняється тим, що додатково містить матрицю, розміщену симетрично першій таким чином, що вони утворюють спільну порожнину для розміщен-

ня передачного середовища та джерела імпульсного навантаження, між матрицями розташовані притисні кільця з кільцевою прокладкою між ними, а матриці з'єднані між собою гвинтами з шайбами та гайками [6].

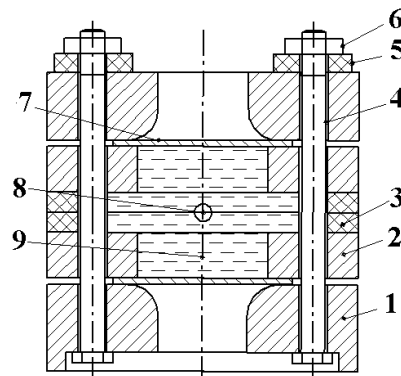


Рис. 10. Схема нового устройства для штамповки листовых деталей:

1 – матрица; 2 – кольцо; 3 – прокладки;
4 – стягивающий болт; 5 – шайба;
6 – гайка; 7 – заготовка; 8 – источник импульсной нагрузки; 9 – передающая среда

Литература

1. Пихтовников, Р. В. Перспективы развития листовой штамповки взрывом [Текст] / Р. В. Пихтовников, В. К. Борисевич // Импульсная обработка металлов давлением : сб. науч. тр. – Х., 1977. – С. 4-7.
2. Альтишуллер, Г. С. Алгоритм изобретения [Текст] / Г. С. Альтишуллер. – М. : Московский рабочий, 1973. – 296 с.
3. Евгеньев, Г. Б. Систематология инженерных знаний [Текст] : учеб. пособие для вузов / Г. Б. Евгеньев – М. : МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001. – 346 с.
4. Гранин В. Ю. Проектирование технологических процессов в интеллектуальной системе СПРУТ ТП [Текст] : учеб. пособие. / В. Ю. Гранин, В. В. Третьяк, С. В. Худяков. – Х. : Нац. аэрокосм. ун.-т «Харьк. авиац. ин-т». – 2002. – 67 с.
5. Третьяк, В. В. Возможности и реализация объектного подхода для решения изобретательских задач с использованием типовых приемов устранения технических противоречий [Текст] / В. В. Третьяк // Радиоелектронні і комп'ютерні системи. – 2013. – № 2(61). – С. 113 – 118.
6. Пат. 100458 Україна, МПК В21D / 26/06(2006/01) ВD21 26/02 (2011/01). Пристрій для штампування листових деталей імпульсними джерелами енергії [Текст] / Третьяк В. В., Федорова А. С., Грінченко А. М., Дорофеев В. Г. ; заявник Національний аерокосмічний ун-т ім. М. Є. Жуковського «ХАІ». – заявл 12.02.15 ; опубл. 27.07.2015, Бюл.№ 14. – 4с. : іл.

References

1. Pihtovnikov, R. V., Borisevich, V. K. Perspektivy razvitiya listovoj shtampovki vzryvom [Perspectives of sheet explosive stamping]. *Impul'snaja obrabotka metallov davleniem : sb. nauch. tr. Hark. aviac. in-ta – Collection of scientific papers "Impulse pressure shaping of metals"*. Kharkov, 1977, pp. 4-7.
2. Al'tshuller, G. S. *Algoritm izobretenija* [Invention algorithm]. Moscow, Moskovskij rabochij Publ., 1973. 296 p.
3. Evgenev, G. B. *Sistematologija inzhenernyh znaniy* [Engineering knowledge systematology]. Moscow MGTU im. N. Je. Baumana Publ., 2001. 346 p.
4. Granin, V. J., Tret'jak, V. V., Hudjakov, S. V. *Proektirovannije tehnologicheskijh processsov v intelek-*

tual'noj sisteme SPRUT TP [Technological processes designing in intelligent system SPRUT TP]. Kharkov, KHAI Publ., 2002. 67 p.

5. Tret'jak, V. V. Vozmozhnosti i realizacija ob'ektnogo podhoda dloja reshenija izobretatel'skijh zadach s ispol'zovaniem tipovyh priemov ustraneniya tehniceskijh protivorechij [Possibilities and realization of object-based approach for invention tasks solution using standard methods of engineering contradictions elimination]. *Radioelektronni i komp'juterni sistemi*, 2013, no. 2 (61), pp.113-118.

6. Tret'jak, V. V., Fedorova, A. S., Hrinchenko, A. M., Dorofeyev, V. H. *Prystriy dlya shtampuvannija lystovykh detaley impul'snymi dzhherelamy enerhiyi* [Equipment for sheet parts stamping by impulse energy sources]. Patent Ukr, № 100458, 2015.

Поступила в редакцию 15.05.2016, рассмотрена на редколлегии 16.06.2016

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

ПРИЙОМИ РОЗРОБКИ КОНСТРУКЦІЇ ІМПУЛЬСНИХ ПРИСТРОЇВ В СЕРЕДОВИЩІ СПРУТ ТП

В. В. Третяк

Представлені прийоми розробки конструкції імпульсних пристроїв в інтелектуальному середовищі СПРУТ ТП. Інформаційна модель конструкції імпульсних пристроїв складається з об'єктів, кожний з яких складається з елементів, що забезпечують певну функцію в конструкції виробу. Об'єкти характеризуються ім'ям, ідентифікатором, а також індивідуальним списком властивостей (словником), який характеризується властивості об'єкту. Об'єкти конструкції імпульсних пристроїв зв'язані між собою відносинами «рід-вид» і «ціле-частина». Зв'язані між собою об'єкти з'єднані в бібліотеку імпульсних пристроїв. Представлений приклад створення нової конструкції імпульсного пристрою на основі реалізації методу синтезу по елементах аналогам, включаючи алгоритми рішення винахідницьких задач.

Ключові слова: інтелектуальна система, конструкція імпульсних пристроїв, інформаційна модель, синтез по елементам аналогів

RECEPTIONS OF DEVELOPMENT OF CONSTRUCTION OF THE IMPULSIVE MACHINES IN ENVIRONMENT SPRUT TP

V. V. Tret'jak

The receptions are presented of development of construction of impulsive machines in the intellectual environment SPRUT TP. An informative model of construction of impulsive machines consists of objects, each of which consists of the elements, securing a definite function in construction of good. Objects are characterized by name, identifier, and also individual attribute-value list, characterizing properties of object. Objects of construction of impulsive machines are bound by between itself the relations «family-kind» and «whole-part». Objects linked between itself are incorporated in the library of impulsive machines. An example is presented of creation of new construction of impulsive machines on the basis of realization of method of synthesis on elements to the analogues, including algorithms of decision of inventing tasks.

Keywords: intellectual system, construction of impulsive devices, informative model, synthesis on elements to the analogues

Третяк Владимир Васильевич – канд. техн. наук, доцент, доцент кафедры технологий производства авиационных двигателей Национального аэрокосмического университета им. Н. Е. Жуковского «ХАИ», Харьков, Украина, e-mail: vladimir.tretjak@mail.ru.

Tret'jak Vladimir Vasiliyevich – kand. tehn. sciences, associate professor, associate professor of department of technologies of production of aviation engines of the National aerospace university by it. N.E. Gukovskogo «HAI», Kharkov, Ukraine, e-mail: vladimir.tretjak@mail.ru.