

РВП «Оригінал», 2000 – 314 с. 3. *Бурдаков В.Д.* Квалиметрия транспортных средств. Методика оценки эффективности использования [Текст] / *В.Д. Бурдаков* – М.: Изд-во стандартов, 1990. – 166 с. 4. *Тараненко М.Е.* Инжиниринг качества (техноквалиметрии) [Текст]: учеб. пособие / *М.Е. Тараненко, А.В. Романцов* – Нац. аэрокосм. ун-т «ХАИ», 2008. – 129 с. 5. *Тараненко М.Е.* Электрогидравлическая штамповка: теория, оборудование, технологические процессы [Текст]: монография в 2 ч. / *М.Е. Тараненко*. – Х. Нац. аэрокосм. ун-т. ХАИ, 2011. – 272 с.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Nayzabekov A.V.* Kvalimetria v obrabotke metallov davleniem [Electr.] A.V. Nayzabekov, V.A. Talmazov, N.U. Shmidt: ucheb. posobie Almaty RIK o UiML, 2005 – 134 p. 2. *Kovtun I.* Agrokvalimetria [Tekst] I. Kovtun, D.I. Mazorenko, V.I. Pastuhov, P.A. Dzholi P. – Kharkov RVP «Oryginal», 2000 – 314 p. 3. *Burdakov V.D.* Kvalimetria transportnyh sredstv. Metodika ocenki efektyvnosti ispolzovania [Tekst] V.D. Burdakov – Moscow: Izd-vo standartov, 1990. – 166 p. 4. *Taranenko M.E.* Inzhiniring kachestva (tehnokvalimetrii) [Tekst]: ucheb. posobie M.E. Taranenko, A.V. Romancov – Naz. aerokosmoscow un-t «KhAI», 2008. – 129 p. 5. *Taranenko M.E.* Electrogidravlicheskays shtampovka: teoria, oborudovanie, tehnprocessy [Tekst]: monografiya v 2 ch M.E. Taranenko. – Kharkov: Naz. aerokosmos un-t. HAI, 2011. – 272 p.

Поступила (received) 05.11.2014

УДК 621.7.044:658.512.011.56

**В. В. ТРЕТЬЯК**, канд. техн. наук, доц., НАУ «ХАИ»;

**Н. Ф. САВЧЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ХНЭУ;

**С. А. ДИТИНЕНКО**, канд. техн. наук, доц., ХНЭУ, Харьков;

**А. В. ОНОПЧЕНКО**, мл. науч. сотр., ХАИ;

**А. Ф. ФЕДОРОВА**, инженер I категории, НАУ «ХАИ», Харьков

## ВОЗМОЖНОСТИ ПРОГРАММНОГО КОМПЛЕКСА КЛАССИФИКАЦИИ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ЛИСТОВЫХ ДЕТАЛЕЙ

Представлены возможности программного комплекса классификации листовых деталей для анализа технологичности листовых деталей. Выявлены особенности использования импульсных технологий для изготовления сложных листовых деталей для аэрокосмического комплекса. Представлены общая схема использования оснастки и оборудования для импульсной технологии варианты различного нагружения заготовки импульсными источниками энергии. Предложена схема обработки информации интерактивным программным комплексом. Представлен перечень меню работы программного комплекса и даны рекомендации по его использованию.

**Ключевые слова:** интерактивный программный комплекс, импульсные технологии, объектный подход к проектированию импульсных технологий

**Введение.** В конструкциях современных летательных аппаратов сложные листовые детали составляют наиболее многочисленную группу в общей номенклатуре изделия.

Например, в авиационных двигателях такие детали используются в узлах компрессора, камеры сгорания и соплового аппарата.

Технологические процессы изготовления указанной группы деталей, применяемые в настоящее время на производстве, относятся к одним из наиболее сложных и трудоемких процессов.

Особые сложности при формообразовании возникают при изготовлении деталей из высокопрочных сплавов типа ВТ20, ВТ5-1, ВТ6. Эти титановые сплавы крайне затруднительно обрабатывать в холодном состоянии.

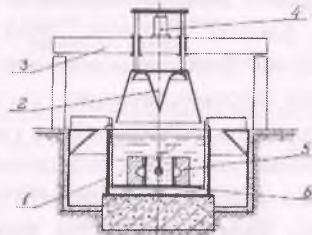
Разнообразие источников энергии, технологических процессов и схем для импульсного деформирования заготовок позволяет успешно использовать их в различных областях техники.

В Национальном аэрокосмическом университете им. Н.Е. Жуковского «ХАИ» накоплен большой теоретический и практический потенциал для разработки перспективных технологий импульсной штамповки [1].

Для изготовления деталей в настоящее время используются взрывная, штамповка, электрогидравлическая штамповка, штамповка на пресс-пушках и др.

Данные способы являются экономически целесообразными, особенно для малых серий, поскольку появляется возможность значительного упрощения оснастки, сокращения технологического цикла и улучшения культуры производства (рис. 1).

Однако сложность физических процессов, трудности разработки технологических процессов для новых типов деталей диктует необходимость использования новых подходов в принципах построения технологических процессов, а также необходимость подключения современных математических методов [2] для формирования как маршрутной, так и операционной технологии.



1–бассейн, 2–рассекатель, 3–кранбалка, 4–амортизатор, 5–матрица, 6–гидроподъемник

Рис. 1 – Оборудование и оснастка для взрывной штамповки

**Особенности описания импульсных процессов.** В отличие от статических методов, при анализе которых основное внимание уделяется механике процесса пластической деформации, импульсные процессы необходимо рассматривать с особенностями превращения одного вида энергии в другой. Обычно в основу классификации методов положены характеристики вида нагрузки заготовки (рис. 2).

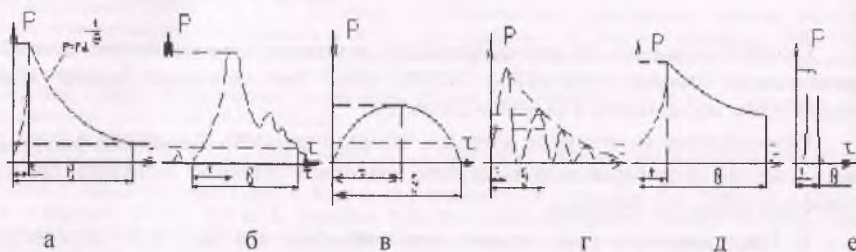


Рис. 2 – Характеристика параметров нагружения для импульсных процессов: а – штамповка взрывом; б – электрогидравлическая штамповка; в – гидроударная штамповка; г – магнитно-импульсная штамповка; д – горение газовой смеси; е – термическое воздействие лазерного луча

При этом для всех способов эпюра давления  $P(\tau)$  существенно зависит от времени достижения максимального давления  $t$ , параметра пикового давления  $P_{\max}$  и времени снижения давления в  $n$  раз  $\theta$ .

**Математическая модель для описания конструкторско-технологической информации листовых деталей.** Проектирование данных технологических процессов с использованием максимальных возможностей данных методов и оптимизация решений связана с анализом и синтезом многофакторной информации, которая должна быть систематизирована и обработана соответствующим математическим аппаратом, освоенным современной наукой и удобным для производства.

Как правило, для работы с такого рода данными имеется уже отработанная информационная база для освоенных и внедренных процессов. Наличие такой базы при соответствующей систематизации информации позволяет предприятию сохранять и приумножать свой технологический опыт, делая его доступным для новых поколений технологов.

Современные системы автоматизированного проектирования позволяют легко осуществлять такую работу лишь для хорошо формализованной и полностью разработанной математической модели технологического процесса. Только в этом случае удастся для уникальных деталей вести обработку информации технологами-экспертами с минимально возможными трудозатратами без привлечения посторонних расчетчиков, в том числе высокопрофессиональных программистов.

В современных системах автоматизированного проектирования для описания технологических знаний используются принципы объектного представления знаний.



Традиционные методы описания конструкторско-технологических признаков деталей, получаемых импульсной штамповкой не приемлемы для данного способа получения детали, поэтому в программе использован принципиально новый разработанный метод описания сложных деталей, использованный для получения импульсными способами, адаптированный для традиционных методов импульсной листовой штамповки [3].

Для описания признаков детали также использован объектный подход для описания как детали, так и технологического процесса.

Для определения элементов технологических процессов используется структурно-аналитический метод распознавания образов.

На рис. 3 представлена общая последовательность работы модулей программы «Классификатор».

По предложенному методу декомпозиции конструкторско-технологических признаков в программе наполнена опытная выборка деталей. Программа позволяет подготавливать массивы данных для классификационной обработки программой «Классификатор», проводить статистический анализ полученных данных для определения их достоверности и выдачи технологических рекомендаций для бездефектного их изготовления.

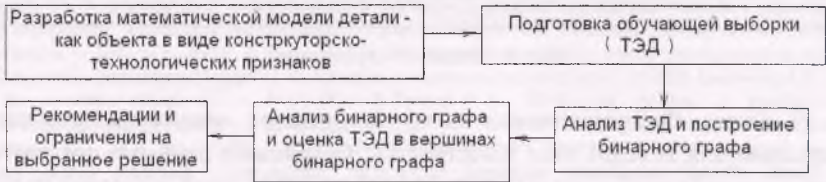


Рис. 3 – Общая последовательность работы модулей программы «Классификатор листовых деталей для импульсной обработки программ»

**Общий состав меню интерактивного программного комплекса.** Главное меню программы представлено на рис. 4. Основные модули программы представлены следующими пунктами меню: файл, поиск, настройка, ТЭД (таблицы эмпирических данных), классификатор, массивы, статистика дерева, статистика ТЭД, графика, база, каталог, оборудование, о программе.



Рис. 4 – Главное меню программы

На большинстве авиационных предприятий, выпускающих силовые установки, самолёты и другие летательных аппараты могут быть изготовлены листовые различной, в том числе сложной конфигурации.

В меню «Каталог» представлены типовые представители деталей, технология которых разрабатывалась и апробировалась при участии специалистов ХАИ.К таким деталям можно отнести обечайки, днища, кольца, кожуха, желоба, фланцы, патрубки, жесткости, коробки, обшивки.

В меню «Каталог» (рис. 5) представлена краткая характеристика типовых представителей деталей и их фотографии.

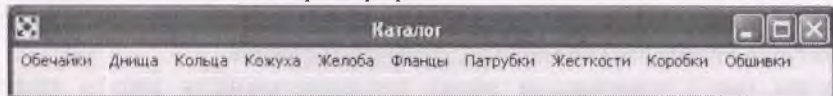


Рис. 5 – Меню «Каталог»

В меню «Оборудование» (рис. 6) представлены странички информации для подготовки технологических процессов: полигон, бассейновые установки, бронеканеры, взрывные прессы, детонационно-газовые и электрические установки, пресс-пушки.

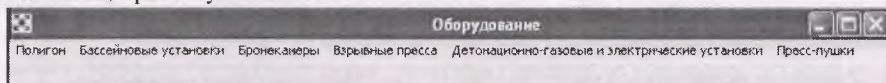


Рис. 6 – Меню Оборудование

В меню «Деформационные поля» представлен модуль расчета полей деформации для деталей типа «Жесткость». Основными данными для расчета деформационных максимальных деформаций является длина и ширина ячейки, угол ее наклона и внутренний радиус ячейки (рис. 7).

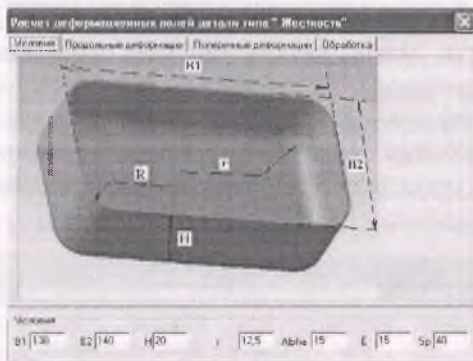


Рис. 7 – Задание данных для расчета деформационного поля детали типа «Жесткости»

**Выводы.** Представленный интерактивный программный комплекс может быть использован для формирования новых технологических процессов и расчета технологических параметров импульсных процессов, а также эффективен при оценке технологичности листовых деталей при их изготовлении импульсными нагрузками [4].

Разработанный интерактивный программный комплекс апробирован в учебном процессе в дипломном проектировании магистров при проектировании технологии опытных деталей авиационных двигателей.

**Список литературы:** 1. *Борисевич В. К.* Тенденции и проблемы развития импульсных технологий [Текст] / В. К. Борисевич // Удосконалення процесів і обладнання обробки тиском в металургії і літакобудуванні: тематичний збірник наукових праць. – Краматорськ: Донбаська державна машинобудівна академія. – 2002. – С. 16-20. 2. *Сироджа И. Б.* Структурно-аналитический метод распознавания образов с разнотипными признаками [Текст] / И. Б. Сироджа // Математические методы анализа динамических систем. – Х. – 1981. Вып. 5. – С. 91-107. 3. *Третьяк В. В.* Объектный подход к проектированию ресурсосберегающих импульсных технологий [Текст] / В. В. Третьяк // Авиационно-космическая техника и технология. – 2006. № 11(47). – С. 245-254. 4. Свідчення про реєстрацію авторського права на твір « Комп'ютерна програма «Інтерактивний програмний комплекс класифікації листових деталей для виготовлення імпульсними технологіями» / В. В. Третьяк, А. И. Долматов, Л. А. Филипповская, Ю. О. Невешкин, А. В. Онопченко // №50070, Дата реєстрації 08.07. 2013.

**Bibliography (transliterated):** 1. *Borisevich V. K.* Tendentsii i problemyi razvitiya impulsnykh tehnologiy [Tekst] / V. K. Borisevich // Udoskonalennya protsesiv i obladnannya obrobki tiskom v metalurgiyi i litakobuduvanni: tematichniy zbrnik naukovih prats. – Kramatorsk: Donbaska derzhavna mashinobudivna akademiya. – 2002. – P. 16-20. 2. *Sirodzha I. B.* Strukturno-analiticheskiy metod raspoznaniya obrazov s raznotipnyimi priznakami [Tekst] / I. B. Sirodzha // Matematicheskie metody analiza dinamicheskikh sistem. – H. – 1981. Vyip. 5. – P. 91-107. 3. *Tretyak V. V.* Ob'ektnyy podhod k proektirovaniyu resursosberegayuschih impulsnykh tehnologiy [Tekst] / V. V. Tretyak // Aviatcionno-kosmicheskaya tehnika i tehnologiya. – 2006. No 11(47). – P. 245-254. 4. Svldotstvo pro reestratslyu avtorskogo prava na tvlr « Komp'yuterna programa «Interaktivniy programniy kompleks klasifikatsii listovih detaley dlya vigotovlennya impulsnimi tehnologiyami» / V. V. Tretyak, A. I. Dolmatov, L. A. Filipkovskaya, Yu. O. Neveshkin, A. V. Onopchenko // No 50070, Data reestratsii 08.07. 2013.

*Поступила (received) 05.02.2012*

УДК 628.16:621.981.3

**О. І. ТРИШЕВСЬКИЙ**, докт. техн. наук, проф., ХНТУСГ ім. П. Василенка;  
**М. В. САЛТАВЕЦЬ**, інженер, ХНТУСГ ім. П. Василенка, Харків

## МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕЛЕМЕНТІВ НОВИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ ПРОКАТКИ

Викладені результати теоретичних досліджень моделювання теплового стану смуги з використанням надшвидкісного охолодження (UFC) для підвищення ефективності процесів прокатки тонкого листа. Отримані дані зіставлені з результатами експериментальних досліджень французьких дослідників.