

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 (техноквалиметрия) [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, техпроцессы [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. Talmazon, 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 effektivnosti ispolzovania [Tekst] V.D. Burdakov.– Moscow: Izd-vo standartov, 1990. – 166 p. **4.** Taranenko M.E. Inginiring 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, tehprocessy [Tekst]: monografia 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 1 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.

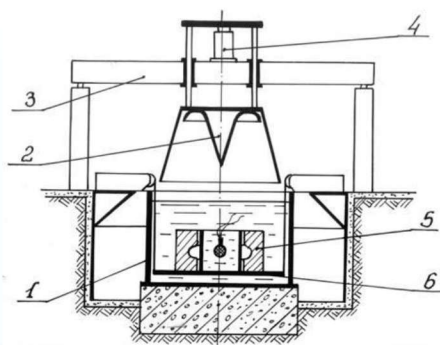
Разнообразие источников энергии, технологических процессов и схем для импульсного деформирования заготовок позволяет успешно использовать их в различных областях техники.

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).

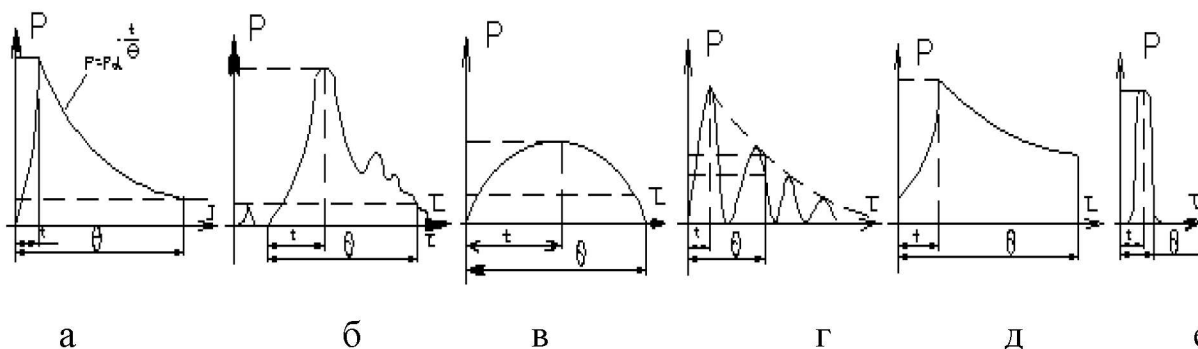


Рис. 2 – Характеристика параметров нагружения для импульсных процессов:  
 а – штамповка взрывом; б – электрогидравлическая штамповка; в – гидроударная штамповка;  
 г – магнитно-импульсная штамповка; д – горение газовой смеси; е – термическое  
 воздействие лазерного луча

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  $e$  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.

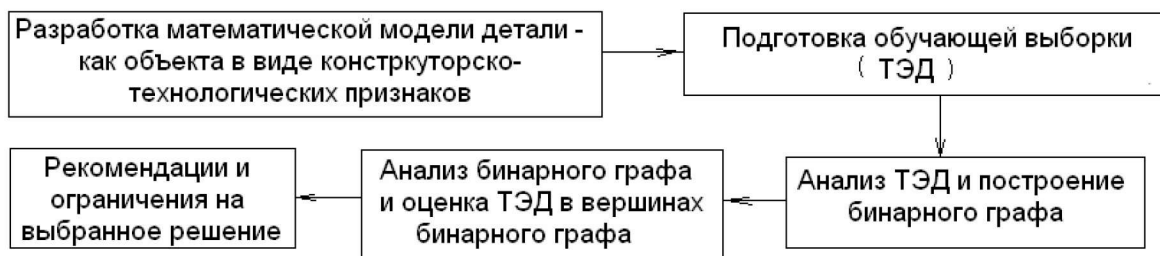


Рис. 3 – Общая последовательность работы модулей программы «Классификатор листовых деталей для импульсной обработки программы»

### 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.

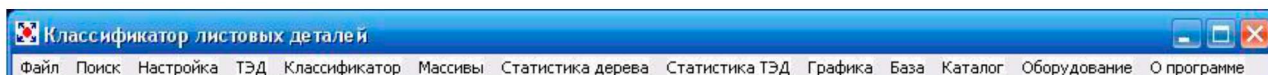


Рис. 4 – Главное меню программы

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.

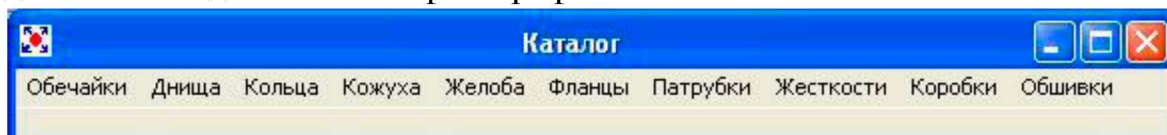


Рис. 5 – Меню «Каталог»

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

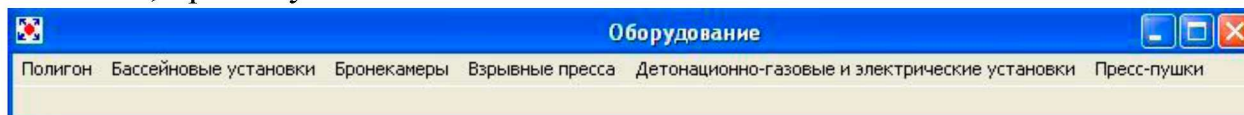


Рис. 6 – Меню Оборудование

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).

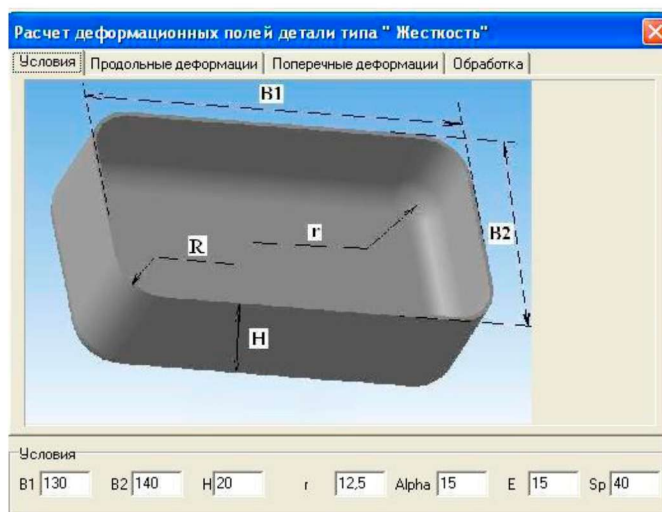


Рис. 7 – Задание данных для расчета деформационного поля детали типа «Жесткости»

**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. Свідоцтво 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 impulsnyih tehnologiy [Tekst] / *V. K. Borisevich* // Udoskonalennya protsesiv I obladnannya obrobki tiskom v metalurgiyi I litakobuduvannI: tematichniy zbirnik naukovih prats. – Kramatorsk: Donbaska derzhavna mashinobudivna akademIya. – 2002. – P. 16-20. 2. *Sirodzha I. B.* Strukturno-analiticheskiy metod raspoznavaniya obrazov s raznotipnyimi priznakami [Tekst] / *I. B. Sirodzha* // Matematicheskie metodyi analiza dinamicheskikh sistem. – H. – 1981. Vyip. 5. – P. 91-107. 3. *Tretyak V. V.* Ob'ektnyyi podhod k proektirovaniyu resursosberegayuschih impulsnyih tehnologiy [Tekst] / *V. V. Tretyak* //Aviatsionno-kosmicheskaya tehnika i tehnologiya. – 2006. No 11(47). – P. 245-254. 4. SvIdotstvo pro reestratsIyu avtorskogo prava na tvIr «Komp'yuterna programa «Interaktivniy programniy kompleks klasifikatsii listovih detaley dlya vigotvleniya 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.

© О. І. Триневський, М. В.Салтавець, 2014