

## К РАЗРАБОТКЕ ВЫСОКОБЕЗОПАСНЫХ ИМПУЛЬСНЫХ УСТРОЙСТВ ПОВЫШЕННОЙ ЭНЕРГОЕМКОСТИ

**Савченко Н.Ф.**, канд. техн. наук

(Хабьковский национальный экономический университет имени С. Кузнеця)

**Третьяк В.В.**, канд. техн. наук

(Национальный аэрокосмический университет им. Н.Е. Жуковского «ХАИ»)

*Some features of designing of pulse devices with usage of gas power supplies are esteemed*

Важнейшими задачами, стоящими перед промышленностью, являются: с одной стороны, не просто повышение качества изготавливаемых изделий, по принципу «любой ценой», а, с другой, необходимость рационального использования ресурсов и существенного осложнения усилий, направленных на уменьшение издержек производства, повышения его эффективности.

Особую сложность представляют исследования вопросов, относящихся к повышению качества деталей сложной формы. Примером могут быть детали полусферической или коробчатой формы, изготавливаемые штамповкой из листовых заготовок, доводка которых до требуемых параметров качества (шероховатости поверхности, точности), особенно в зонах изменения кривизны поверхности, затруднены либо отсутствием требуемого оборудования, либо необходимостью использования специального оснащения и инструмента.



Рис. 1. Пример деталей с труднообрабатываемыми участками

**Постановка задачи.** Исходя из того, что любая технологическая система – это совокупность функционально взаимосвязанных предметов производства, средств технологического оснащения и исполнителей, можно сделать вывод о целесообразности включения в ее состав как дополнительного оснащения специального технологического оборудования с импульсными энергоносителями. При этом необходимо создание элементов минимизации расходования ресурсов и обеспечения безопасности технологического комплекса, достигаемые не

только повышением качества проектирования оснастки, но и использованием эластичных рабочих сред (газов, жидкости, эластичных сред или их комбинаций с жесткими недеформируемыми элементами).

**Цель исследования.** Эволюционное изменение параметров любой технологической системы, например по принципу «жизненного цикла» (рис.2) свидетельствует о необходимости учитывать тенденцию совершенствования параметров технологических систем (ТС). Важнейшими из них могут быть:

интенсивность воздействий на обрабатываемый материал;

длительность воздействия;

возможность групповой обработки;

возможность изменения параметров ТС в самых широких пределах; возможность взаимосогласования в широких пределах параметров изделия и устройства для выполнения различных операций;

возможность минимизации нерационального использования энергоносителей, используемого для выполнения технологических операций (основных и дополнительных).

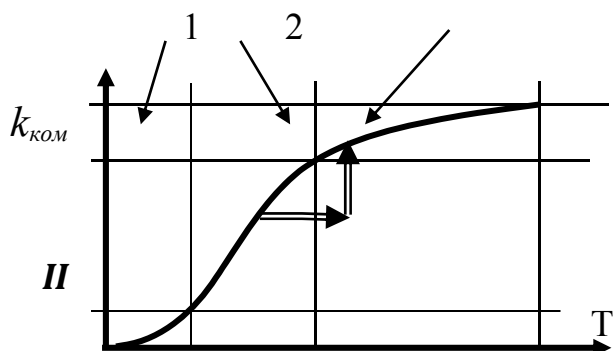


Рис. 2. Эволюционное изменение параметров технологической системы (ТС): 1, 2, 3, 4 – этапы изменения эффективности ТС в течение периода времени  $T$

Исследование литературных источников [1–6] показывает, что для совершенствования ТС, например, в металлообработке, широко используют комплексные подходы к разработке технологических процессов. Их примером может быть как формообразование (предварительное – окончательное) с последующими дополнительными (доводочными) операциями на других рабочих местах, так и специальные методы совершенствования потребительских свойств изделия (структуры материала, качества поверхностного слоя, повышение коррозионной стойкости материала), обеспечивающие возможность осуществлять комплекс работ непосредственно на одном рабочем месте и при минимальном расходе ресурсов [1–5]. При этом широкое применение, особенно при изготовлении крупногабаритных деталей или групповых методах обработки могут найти импульсные методы штамповки, хорошо себя зарекомендовавшие в мелкосерийном производстве [4–6].

**Методика исследований.** Кроме известных преимуществ импульсных устройств – минимальных капиталовложений – и недостатков – повышенных требований к технике безопасности, – необходимо учитывать преобладающую над статическим оборудованием (пресса и другое оборудование или

технологические системы) мобильность повышения энергетических характеристик в десятки и тысячи раз. При этом экологически наиболее безопасны технологии с использованием в качестве энергоносителей смесей газов (газообразных и в жидком состоянии) или порошков (горючих и окислителей).

При штамповочных операциях, а также при проведении ремонтно-восстановительных работ, ликвидации аварийных ситуаций при добыче нефти или газа во многих случаях с позиций максимизации эффективности использования ресурсов экономически оправданными будут методы с использованием импульсных энергоносителей. В то же время безопасность проведения технологических операций с использованием импульсных источников энергии ограничивает область их применения.

Представляется целесообразным введение комплексного показателя эффективности использования того или иного метода с позиций повышения конкурентоспособности изделий. В общем виде он может быть представлен:

$$K_{\text{эф}} = \Phi \left( \frac{A_{\text{пп2}}}{A_{\text{пп1}}}, \frac{K_{\text{п2}}}{K_{\text{п1}}}, \frac{T_{\text{д}}}{T_{\text{н}}}, \left( \frac{M_{\text{д}}}{M} \right)_{\text{д}}, \left( \frac{M}{M_{\text{д}}} \right)_{\text{н}}, \frac{\Pi_{\text{д}}}{\Pi_{\text{н}}}; k_p \right)^{\beta},$$

где показатели  $A$ ,  $K$ ,  $T$ ,  $M$ ,  $\Pi$  – характеризуют соответственно количество потребительских свойств, возможность изменения качества (точности, прочностных характеристик), длительность цикла изготовления товарной партии деталей, массовые характеристики изделия как товара, капитальных затратах, потребности в ресурсах для базового и нового варианта изготовления изделий;  $\beta$  – коэффициент, учитывающий эволюционное изменение параметров изделия.

Важным этапом может быть разработка гибких технологических систем (ГТС). С позиций обеспечения такого условия, как повышенная безопасность технологии и оборудования, весьма перспективно использование горючих газовых смесей повышенной энергоэффективности [4–5].

Многообразие вариантов взрывчатого превращения (продукты реакции вода, углекислый газ, сажа, ядовитый газ) свидетельствует о необходимости рассмотрения импульсных устройств как специальных и гибких технологических систем (ГТС). При этом такого типа импульсные устройства, являющиеся мобильными и многофункциональными, можно классифицировать как многофункциональные системы или могущие преобразовываться в них с интеллектуально программируемым комплексом технологических операций. При классификации и проектировании ГТС с использованием импульсных устройств необходимо исходить из того, что эти комплексы могут быть не только пассивными системами определенного технологического назначения, но и активными многофункциональными системами, специально оснащенными для адаптации к изменению ситуации в технологической зоне и снабженные энергоаккумулирующими устройствами.

Общим с позиции построения различных типов ГТС можно считать наличие универсальных рабочего органа (или нескольких), привода и специального типа устройств управления работой рабочего органа для выполнения при необходимости нескольких различных технологических операций. Эффективность использования ГТС существенно может быть увеличена благодаря их адапта-

ции к меняющимся условиям технологической среды, что обеспечивается управляющими системами с использованием специальных датчиков. Существенно и то, что важным преимуществом ГТС может также считаться и возможность встраивания в существующие технологические комплексы без ухудшения их функционирования. Именно эти признаки и позволяют классифицировать предлагаемые устройства как гибкие технологические системы.

Проведенный анализ существующих методов комплексного воздействия на заготовку – деталь показывает несомненные преимущества с позиций энергоресурсосбережения и качества изготовления изделий импульсных методов. Так, импульсные методы, как пример расширения потребительских свойств, позволяют в десятки раз увеличить при необходимости габариты изделий и повысить их герметичность, повысить в 1,5...3 раза прочность изделий и их ресурс.

Поэтому рациональным представляется использование высокоэнергетических веществ в качестве энергоносителей, среди которых особое место можно выделить ацетилену и газам – его заменителям. По энергетической характеристике ацетилен находится между топливо-кислородными и топливо-воздушными газовыми смесями, при сгорании которых выделяется примерно 71–90 и 20–25 ккал/моль соответственно. Ацетилен более богат энергией, чем такая известная взрывчатая газовая смесь, как водород с кислородом ( $Q = 45,5$  ккал/моль). Количество тепла, выделяемое при разложении 1 кг ацетилена, примерно в 2 раза больше, чем при взрыве такого же количества твердого ВВ тротила. Как импульсные энергоносители перспективны не только газообразный ацетилен и его смеси с инертными газами, но также и ацетилен в твердом, жидком состоянии и некоторые его соединения с металлами (ацетилениды).

В настоящее время проводятся проектно-экспериментальные работы по исследованию малогабаритных импульсных устройств для использования их в различных отраслях народного хозяйства. Примером эффективного применения импульсных устройств как ГТС может считаться использование импульсных методов с газовым энергоносителем при металлообработке для формообразования и одновременного изменения определенных свойств изделия (структуры, термообработки локальных участков или нанесения покрытий). Этим достигается повышение износостойкости и ресурса изделий, защита от коррозии и воздействия высоких температур деталей машин при эксплуатации, восстановлении изношенных деталей и др.

Исходя из этого, целесообразно считать перспективным дальнейшее совершенствование импульсных технологий.

**Список литературы:** 1. Пихтовников Р.В. Перспективы развития листовой штамповки взрывом / Р.В. Пихтовников, В.К. Борисевич // Импульсная обработка металлов давлением: сб. статей под ред. В.К. Борисевича. – М.: Машиностроение, 1977. – С. 4–7. 2. Горбунов М.Н. Технология заготовительно-штамповочных работ в производстве летательных аппаратов / М.Н. Горбунов. – М.: Машиностроение, 1970. – 230 с. 3. Гидровзрывная штамповка элементов судовых конструкций / В.Г. Степанов, П.М. Сипилин и др. – Л.: Судостроение, 1966. – 292 с. 4. Савченко Н.Ф. К разработке экспертной системы для проведения энерго- или технологического аудита / Н.Ф. Савченко, Г.Н. Близнюк // Материалы VIII междунар. научн.-техн. конф. молодых ученых по проблемам энергосбережения и механизации

ции в горно-металлургическом комплексе. – Кривой Рог: Изд-во Криворожского техн. ун-та, 2013. – С. 6-8. **5.** Савченко Н.Ф. К разработке технологии штамповки с раздачей полуфабрикатов при изготовлении деталей сложной формы / Н.Ф. Савченко // Вісник Харк. нац. техн. ун-ту сілськ. госп-ва ім. Петра Василенка. – Харків: ХНТУСГ, 2011. – Вип. 115. – С. 155-159. **6.** Сухов В.В. Опыт создания и эффективного применения малогабаритных газодетонационных устройств / В.В. Сухов, Н.Ф. Савченко // Современные инструментальные системы, информационные технологии и инновации: мат. междунар. научн.-техн. конф. – Курск, 19 февраля 2010. – С. 191-195.