

УДК 621.7.044

**ИМПУЛЬСНЫЕ МЕТОДЫ ОБРАБОТКИ В ТЕХНОЛОГИИ
МАШИНОСТРОЕНИЯ КАК ЭЛЕМЕНТЫ ГИБКИХ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Савченко Н.Ф., канд. техн. наук, **Кривошапка Ю.Н.**, канд. экон. наук
(г. Харьков, Украина)

Clause is devoted to development of methods of complex influence on a product from positions of increase of consumer properties.

Как сложные задачи, стоящие перед технологией машиностроения, можно отметить такие особенности многономенклатурного производства – с одной стороны, необходимость снижения себестоимости изготовления деталей, а, с другой, усложнение и, в ряде случаев, исчерпание возможностей ресурсо- энергосбережения. Это обусловлено тем, что до 85 % изделий в мировом масштабе выпускают в условиях единичного и мелкосерийного производства (ЕМП), себестоимость которого в среднем пока в 5 раз выше массового, 70% деталей, обрабатываемых на станках, выпускают малыми партиями (от 2 до 200 штук) в широкой номенклатуре (до 4000 типов). Частая смена объектов производства требует сокращения сроков освоения новой продукции, что невозможно без решения сложных задач интенсификации производственных процессов при условии снижения энергозатрат на их проведение и повышения ресурса. При этом повышение конкурентоспособности изделий обуславливает и решение задач максимизации потребительских свойств: не только снижение цен, но и существенное (на 30 – 50 и более процентов) повышение ресурса изделий и их коррозионной стойкости.

С этой целью в промышленности широко используют комплексные подходы к разработке технологических процессов: формообразование (предварительное – окончательное) и специальные методы совершенствования потребительских свойств изделия (структуры, качества поверхностного слоя). Во многих случаях экономически оправданными будут методы с использованием импульсных энергоносителей, а также динамические (ударные) способы механической обработки поверхностного слоя изделия или их локальных зон, среди которых можно выделить струйную, гидроструйную обработку, обработку дробью, центробежную обработку, беспрессовые методы и т. п., оказывающие существенное влияние на состояние поверхностей деталей и изделий.

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

$$K_{\dot{Y}\dot{O}} = \Phi \left(\frac{A_{\dot{I}\dot{D}2}}{A_{\dot{I}\dot{D}1}}; \frac{\hat{E}_{\dot{D}2}}{\hat{E}_{\dot{D}1}}; \frac{T_{\delta}}{T_H}; \left(\frac{M_{\partial}}{M} \right)_{\delta}; \left(\frac{M}{M_{\partial}} \right)_H; \frac{\Pi_{\delta}}{\Pi_H}; k_P \right)^{\beta},$$

где показатели A , K , T , M , P – характеризуют соответственно количество потребительских свойств, возможность изменения качества, длительность цикла изготовления товарной партии деталей, массовые характеристики изделия как товара, потребности в ресурсах; β – коэффициент, учитывающий эволюционное изменение параметров изделия.

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. Однако их широкое применение ограничено также, как и большинства прогрессивных технологий, возрастающей стоимостью энергоносителей, и, в особенности, требованиями техники безопасности, так как их эффективность обусловлена осуществлением в технологических зонах взрывных или взрывоподобных воздействий.

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).

Поэтому был проведен поиск альтернативных импульсных энергоносителей, включая регулирование в широких пределах таких свойств как энергия воспламенения, энергетические параметры смесей, возможность интенсификации параметров.

Примером эффективных и широко универсальных методов комплексного воздействия на заготовку – деталь могут считаться импульсные методы с использованием газовых энергоносителей, которые позволяют решать широкий круг задач, связанных с повышением качества изделий как при формообразовании, так и при изменении структуры и восстановлении деталей путем 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. Так, после импульсной газовой штамповки может быть осуществлено газодетонационное напыление покрытий, когда мелкие частицы расплавленного материала, перемещаясь со скоростью от 100 до 3000 м/с, достигают поверхности деталей в пластическом состоянии. При ударе о поверхность частицы деформируются и, внедряясь в ее неровности, образуют покрытие. Между металлическими частицами и по-

верхностью детали образуется бездиффузионное соединение, характеризующееся, как правило, механическими связями.

Основными достоинствами всех видов газодетонационного воздействия, как формообразования, так и завершающих стадий формирования потребительских свойств изделий – способов упрочнения и восстановления деталей, являются незначительный ($120 \dots 200 \text{ }^\circ\text{C}$) их нагрев, возможность нанесения покрытий практически с любыми наперед заданными свойствами, толщиной от 0,1 до 2..3 мм и более из любых металлов и неметаллов, а также в ряде случаев относительная простота технологического процесса и применяемого оборудования.

Детонационное воздействие является процессом формирования поверхности, их очистки и нанесения покрытий на поверхности восстанавливаемого или упрочняемого изделия путем направленного детонационного взрыва газовой смеси. Благодаря высоким скоростям (в 4...7 раз больше, чем при других видах ГТН), частицы легирующего или напыляемого материала полностью деформируются и, смачивая поверхность подложки, тесно соприкасаются со всеми ее неровностями, обеспечивая высокие плотность (до 1 %) детонационных покрытий и прочность сцепления их (до 240 МПа) с основным металлом. Структура покрытия формируется в результате серии взрывов. При ударе о поверхность кинетическая энергия полностью переходит в тепловую, что является дополнительным преимуществом этого способа. В зависимости от конструкции газового температурного тракта различают детонационное напыление с предварительным форкамерным зажиганием взрывчатой смеси и с зажиганием ее непосредственно в стволе установки. Применение многоствольных установок позволяет существенно повысить производительность процессов.

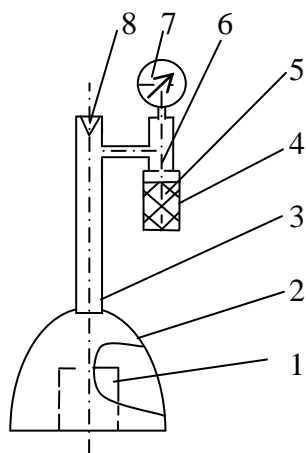


Рис. Импульсное устройство модульного типа: 1 – объект воздействия (заготовка); 2 – энергоблок; 3, 8 – элементы модуля инициирования импульсного воздействия (детонационная трубка и блок поджига смеси); 4, 5, 6 – модуль энергоносителей (корпус газогенератора, реактанты, активатор); 7 – модуль контроля и управления.

производительность процессов.

Для расширения технологических возможностей импульсных методов с целью изготовления деталей в многономенклатурном производстве, а также обработки сложных сварных конструкций методами комплексного воздействия и формирования потребительских свойств разработано импульсное газодетонационное устройство (рис.) [патент Украины № 72357].

Его особенностью является использование в конструкции модульного принципа, обеспечивающего возможность дополнения различными конструктивными элементами в зависимости от типа технологического процесса. С целью уменьшения безопасности работ в конструк-

ции импульсного устройства используется специальный газогенератор (в самом простом варианте – ацетиленовый).

Примером расширения области применения подобного типа импульсных устройств могут быть и процессы в зоне высокотемпературного контакта металлических частиц и материала основы, где в процессе непосредственного газо или иного воздействия возникают химически чрезвычайно стойкие интерметаллидные соединения, прочно сцепляемые с основным сплавом (сравнимы и могут превышать предел текучести материала основы). При этом высокоскоростные потоки позволяют повысить и эффективность предварительной очистки поверхности, прежде всего, в труднодоступных зонах типа полостей и каналов.

Основные характеристики импульсной установки

Энергоемкость:

максимальная / при одноимпульсной воздействию

на обрабатываемый объект /..... 1,4 Мдж;

минимальная / количество воздействий - 20 и более/ 24 Кдж.

Начальное давление газовой смеси в полости камеры..... 0,3...3 МПа.

Рабочие давления:

минимальные 45...55 МПа;

максимальные 120...300 МПа.

Масса устройства без реагентов не более 25 кг.

Размеры устройства:

диаметр 40 + 2 мм;

высота 2-3 м.

Состав горючих газов: природные газы, ацетилен

Проведенные экспериментальные исследования с помощью опытно-промышленной установки подтвердили возможность создания высокоскоростных термоимпульсных потоков – температура до 500⁰С и скорость интерметаллидных включений для микролегирования поверхности достигали более 250 м/с.

Использование предлагаемой поэлементной очистки поверхностей от масляных, глубинных загрязнений позволит существенно (в 10 и более раз) снизить сроки и стоимость подготовки поверхности к последующим методам защиты против коррозии, например изделий типа резервуаров. При этом срок службы изделий из конструкционных материалов в агрессивных средах типа щелочных и слабо кислотных увеличивается в 3-5раз.

Таким образом, разработка мобильного типа импульсных устройств с изготовлением непосредственно в технологической зоне энергоносителей, позволяет считать перспективным продолжение исследований в области разработки и внедрения в производство высокоэнергетических устройств.