

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ЭЛЕКТРОГИДРОИМПУЛЬСНОЙ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕФОРМАЦИИ МЕТАЛЛА

Соловов В. Е.

Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства имени Петра Василенко

Приведены результаты экспериментальных исследований по определению оптимального режима работы ЭГ установки с взрывающейся проволокой при обработке металлов давлением. Описан метод экспериментов и обработки их результатов для получения зависимости величины деформации заготовки от напряжения, емкости конденсаторной батареи и геометрии канала разряда (длины и диаметра взрывающейся проволоки).

Постановка проблемы. Определение зависимости величины механического воздействия на обрабатываемую деталь от параметров электрогидроимпульсной установки: величины емкости конденсатора, величины напряжения, длины и диаметра взрывающейся проволоки. При электрогидроимпульсной штамповке динамика процесса обработки материала определяется поведением сложной колебательной системы, которая условно делится на следующие части: газовый канал разряда; передающая среда; обрабатываемая деталь; матрица или силовой ограничитель.

Процесс деформирования подразделяется на стадии нагружения и стадии разгрузки, которая определяется упругими деформациями. Наличие в динамической системе обратного воздействия усложняет ее и значительно затрудняет выбор нужных технологических параметров для оптимального режима деформирования. Исследования динамики высокоскоростного электрогидроимпульсного (ЭГ) деформирования на основе эмпирических зависимостей не дают полной картины протекания процесса, а деление системы на линеаризованную и нелинейную затрудняет решение этой задачи.

Анализ последних исследований и публикаций. В последнее время многие исследователи стараются решить вопросы высокоскоростного деформирования изучением формы импульса ударных волн, действующих на заготовку [1-3]. Однако в практике инженерных расчетов по выбору оптимальных режимов ЭГ штамповки этот подход пока не находит широкого применения по причине сравнительной сложности расчетов. Вот почему предпочтение отдается исследованиям, в которых основное внимание уделяется величине и скорости деформирования, степени и скорости деформации заготовки, т. е. факторам, наиболее влияющим на процесс деформирования материала. При проведении исследований по схеме выделяемая энергия - деформируемость заготовки исключаются промежуточные звенья системы и этим достигается упрощение задачи определения оптимального режима деформирования и выбора оптимальных технологических параметров ЭГ установки при штамповке деталей.

По такой схеме изменение параметров ЭГ установки (напряжения U , емкости C , длины взрывающейся проволоки или разрядного промежутка l , диаметра взрывающейся проволоки d непосредственно сказывается на конечном результате – величине или скорости деформирования. Анализ этих совокупных

изменений позволяет определить оптимальный режим нагружения заготовки при ее штамповке.

В настоящей статье за основной объект исследований по определению оптимального режима деформирования при ЭГ штамповке была принята величина деформирования заготовки y . Этот выбор обусловлен хорошей наглядностью эффективности влияния на вытяжку заготовки параметров ЭГ установки, а также удобством замера получаемых результатов.

Цель статьи. Цель экспериментальных исследований - определить поведение заготовки при воздействии на нее ЭГ удара, возникающего от высоковольтного разряда в жидкости, с параметрами разрядного контура, охватывающими диапазон созданного ЭГ оборудования, основанного на использовании взрывающейся проволоки.

Основные материалы исследования. Задача исследований – определение оптимального режима деформирования и получение при постоянном расстоянии заготовки от канала разряда зависимости

$$y = f(U, C, l, d) \quad (1)$$

Необходимость исследования влияния выделяемой энергии в канале разряда $W = CU^2/2$ кДж на величину вытяжки заготовки y , а также напряжения U и емкости C диктуется их существенным влиянием на процесс деформирования заготовки. Эти параметры в процессе можно рассматривать как переменные энергетические величины.

Исследования влияния геометрии канала разряда l и d на процесс деформирования заготовки проводились многими исследователями, но, как правило, при малых энергиях $W = 20 \div 30$ кДж. Изучить это влияние при больших энергиях в импульсе также необходимо, так как в промышленности находят применение установки с энергией в импульсе разряда до 150 кДж. Экспериментальные исследования проводились на лабораторной установке с запасаемой энергией в конденсаторной батарее 100 кДж.

Установка представляет собой комплекс, состоящий из рабочего бака, высоко- и низковольтного оборудования. Бак сварной конструкции имеет съемные крышки, предотвращающие выплескивание жидкости при разряде. Передающей средой в экспериментах служила вода. С целью оптимизации параметров ЭГ штамповки была проведена статистическая обработка этих результатов и получено следующее уравнение регрессии:

$$y = -0,164 + 0,17U - 0,1226C + 0,0142UC - 0,116Ud - 0,236 \cdot 10^{-3}U^2C + 0,3132 \cdot 10^{-4}U^2Cd + 0,787 \cdot 10^{-7}U^2Cl.$$

Полученная зависимость позволила построить кривые влияния исследуемых параметров (U, C, d, l) на величину деформации, по которым сравнительно просто подбирать оптимальные режимы работы ЭГ установки при обработке материалов давлением.

Так, анализируя кривые влияния напряжения, емкости, длины и диаметра взрывающейся проволоочки на величину деформации можно рекомендовать метод выбора основных параметров штамповки для созданного в настоящее время ЭГ оборудования (с энергией в импульсе 10-150 кДж), так как исследованиями фактически охвачен весь его энергетический диапазон.

Таблица 1 – Влияние параметров U, C, l на величину деформации

| Рассматриваемый параметр | Диапазон других параметров | Влияние на величину деформации |
|--------------------------|---|---|
| $U, \text{кВ}$ | $C = 10 \div 120 \text{ мкФ}$ $l = 100 \div 300 \text{ мм}$ $d = 0,8 \div 1,6 \text{ мм}$ | $y = y_{\text{опт}}$ 1 $U = 38 \div 43 \text{ кВ}$ 2 $U = 30 \div 50 \text{ кВ}$ 3 $U = 45 \div 60 \text{ кВ}$ |
| $C, \text{мкФ}$ | $U = 10 \div 50 \text{ кВ}$ $l = 100 \div 300 \text{ мм}$ $d = 0,8 \div 1,6 \text{ мм}$ | 1 } 2 } $y_{\text{опт}} = A(C)$ 3 } A - коэффициент пропорциональности |
| $l, \text{мм}$ | $U = 10 \div 50 \text{ кВ}$ $C = 10 \div 120 \text{ мкФ}$ $d = 0,8 \div 1,6 \text{ мм}$ | 1 } 2 } $y_{\text{опт}} = A(l)$ 3 } |

Диаметр проволоочки выбирается с учетом обеспечения технологичности подачи проволоочки в разрядный промежуток и максимального соответствия выбранному оптимальному режиму.

Пользуясь содержащимися в табл. 1 рекомендациями можно без особых затруднений подобрать оптимальное напряжение, емкость и длину проволоочки. Это обеспечит оптимальный режим самого процесса деформирования заготовки. Порядок выбора режима может быть следующим:

1) для данной энергии W подбирают оптимальное напряжение (желательно в интервале 38—43 кВ);

2) выдерживая напряжение в пределах оптимального интервала, из выражения $W = CU^2/2$ определяют максимально возможную величину емкости, так как $y = A(C)$;

3) для найденных оптимальных напряжения и емкости подбирают длину и диаметр взрывающейся проволоочки. Например, пусть энергия, которую необходимо выделить в канале разряда для производства работы деформации заготовки, $W = CU^2/2 = 50$ кДж. Пользуясь рекомендациями табл. 1, устанавливаем оптимальное напряжение $U_{\text{опт}} = 40$ кВ и из формулы для данной энергии $W = 50$ кДж определяем

$C_{\text{опт}} = 63$ мкФ. Длина проволоочки $l = 200 \div 300$ мм и ее диаметр $d = 1,2$ мм для полученных $U_{\text{опт}}$ и $C_{\text{опт}}$ выбираются с учетом удобства подачи проволоочки в разрядный промежуток и максимального соответствия исследованным режимам.

Если для деформации заготовки требуется $W = 50$ кДж, то оптимальными будут: $U = 40$ кВ; $C = 63$ мкФ; $l = 250$ мм; $d = 1,2$ мм.

Вывод. Приведенные порядок и метод выбора оптимального режима ЭГ штамповки не претендуют на универсальность, так как полученные зависимости, предполагают не один вариант решения этой задачи.

Список использованных источников

1. Наугольных К. А. Электрические разряды в воде / К. А. Наугольных, Н. А. Рой – М.: Наука, 1991. – 154 с.
2. Окунь Л. З. Исследование электрических характеристик импульсных разрядов в жидкости / Л. З. Окунь // Журн. техн. физики, 1999. – Вып.5. – №39. – С.850-860.
3. Шамшури Б. Н. Аппроксимация форм импульса сжатия при высоковольтном электрическом разряде в жидкости: [кн.] / Б. Н. Шамшури // Электрический разряд в жидкости и его применение – К.: Наукова думка, 1997. – С.109-116.

Анотація

ВИЗНАЧЕННЯ ПАРАМЕТРІВ ЕЛЕКТРОГІДРОІМПУЛЬСНОЇ УСТАНОВКИ ДЛЯ ДЕФОРМАЦІЇ МЕТАЛУ

Соловов В. Є.

Наведено результати експериментальних досліджень по визначенню оптимального режиму роботи ЕГ установки із дротиком, що вибухає, при обробці металів тиском. Описано метод експериментів і обробки їхніх результатів для одержання залежності величини деформації деталі від напруги, ємності конденсаторної батареї й геометрії каналу розряду (довжини й діаметра дротика, що вибухає).

Abstract

DETERMINATION OF PARAMETERS OF ELECTRIC HYDROIMPULSE OF SETTING FOR DEFORMATION OF METAL

V. Solovov

The results of experimental researches are resulted on determination of the optimum mode of operations of EH of setting with a bursting delay at treatment of metals pressure. The method of experiments and treatment of their results is described for the receipt of dependence of size of deformation of purveyance from tension, capacity of condenser battery and geometry of channel of digit (length and diameter of bursting delay).