

Яшин А.В.

*Муромский институт (филиал) федерального государственного образовательного учреждения высшего образования «Владимирский государственный университет имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»
602264, г. Муром, Владимирская обл., ул. Орловская, 23
yashin2102@yandex.ru*

Особенности многоконтактного нагружения очага деформации при динамических нагрузках

Одним из основных параметров эффективности ударной системы является коэффициент передачи энергии, расходуемой на упругопластическую деформацию в упрочняемом материале. Исследованиями установлена возможность повышения производительности и обеспечения требуемых параметров качества поверхностного слоя при реализации многоконтактных схем нагружения по сравнению с системами с одним инструментом.

Для проведения экспериментальных исследований формирования ударного импульса в многоконтактной инструментальной системе создан измерительный комплекс, позволяющий моделировать однократное воздействие многоконтактного инструмента на упрочняемую поверхность только при внецентренном торцевом соударении. Однако установлено, что при осевом соударении в очаг деформации передается больший ударный импульс, чем при внецентренном.

Для реализации как осевого, так и внецентренного торцевого соударения измерительный комплекс усовершенствован. В качестве инструмента применены шары диаметром 12 мм. Количество используемых в ударной системе инструментов ограничивается размерами датчика и волновода и варьируется от 1 до 4 штук.

Ранее установлено [1,2], что ударный импульс, формируемый в ударной системе, состоящей из бойка и волновода равных диаметров, обладает наибольшей способностью к передаче энергии удара в очаг деформации, то есть является эталонным. На основании этого, оценку способности ударной системы к передаче энергии можно производить относительно данного эталонного импульса (рисунок 1):

$$K_{\text{ед}} = (A_{\text{и}} / A_{\text{эт}}) \times 100\%, \quad (1)$$

где $K_{\text{ед}}$ – коэффициент передачи энергии,

$A_{\text{и}}$ – энергия исследуемого импульса,

$A_{\text{эт}}$ – энергия эталонного импульса.

Для определения энергии импульса весь импульс равномерно разбивался на единичные прямоугольные импульсы длительностью $0,5 \times 10^{-4}$ с. Энергия рассматриваемого импульса определялась по [1]:

$$A_{\text{и}} = \frac{\sum (P_{\text{и}i}^2 t_i)}{\rho F a}, \quad (2)$$

где $P_{\text{и}i}$ – сила i -ого единичного прямоугольного импульса, Н;

t_i – длительность i -ого единичного прямоугольного импульса, с;

ρ – плотность материала волновода, кг/м³;

F – площадь поперечного сечения волновода, м²;

a – скорость распространения ударной волны в волноводе, м/с.

В результате исследований подтверждено, что эталонный импульс обладает наибольшей амплитудой и средней длительностью ударного воздействия (0,9 мс). Форма импульса близка к трапецеидальной. Импульс обладает двумя локальными максимумами. Коэффициент передачи энергии данного импульса принят равным 100%.

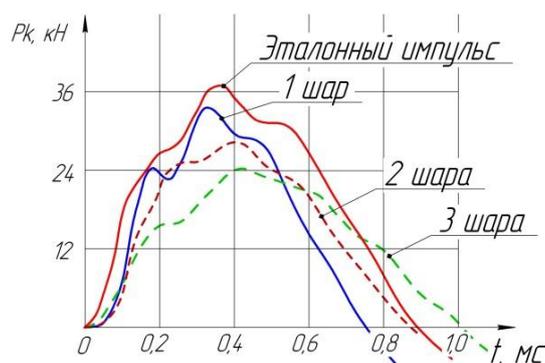


Рисунок 1 – Экспериментальные ударные импульсы при одно- и многоконтактной схеме нагружения с инструментами-шарами

При использовании в качестве инструмента шара диаметром 12 мм ударный импульс характеризуется большой амплитудой и малой длительностью ударного воздействия. Форма ударного импульса близка к треугольной. При этом коэффициент передачи энергии ударного импульса в очаг деформации равен 42% по отношению к эталонному импульсу. При внедрении в систему второго шара диаметром 12 мм длительность импульса увеличивается до 0,9 мс, а амплитуда импульса уменьшается на 20%. Форма импульса близка к трапецеидальной. Коэффициент передачи энергии в очаг деформации снижается незначительно – до 37%. Внедрение в систему третьего и четвертого шаров диаметром 12 мм практически не влияет на длительность импульса, а амплитуда импульса снижается на 10% и 14% соответственно по сравнению с двухконтактной схемой нагружения. Также снижается способность к передаче энергии до 24% и 21% для трех- и четырехконтактной схем соответственно (рисунок 2).

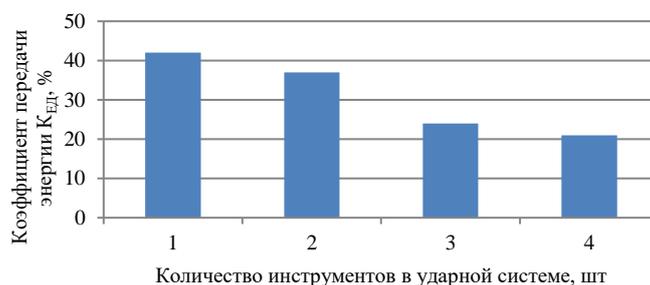


Рисунок 2 – Зависимость коэффициента передачи энергии $K_{ед}$ от количества инструментов в ударной системе.

Установлено, что при обработке шарами диаметром 12 мм возможно применение двухконтактной схемы нагружения обрабатываемого материала вместо одноконтактной без существенной потери коэффициента передачи энергии. $K_{ед}$ при этом снижается на 5%, а производительность возрастает в 2 раза. Для трех- и четырехконтактных схем нагружения $K_{ед}$ снижается на 18% и 21% соответственно (в 2 раза по сравнению с одноконтактной схемой), что скажется на глубине и степени упрочнения поверхностного слоя.

Литература

1. Киричек А.В. Технология и оборудование статико-импульсной обработки поверхностным пластическим деформированием [Текст] / А.В. Киричек, Д.Л. Соловьев, А.Г. Лазуткин. - М.: Машиностроение, 2004.- 288 с.
2. Киричек А.В., Баринов С.В., Яшин А.В., Зайцев А.А. Энергетическая закономерность импульсного нагружения системы с промежуточным звеном // Вестник Брянского государственного технического университета, 2017, №1 (54) с.83-90.