

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОУДАРЕНИЯ ПРИ МАГНИТНО-ИМПУЛЬСНОМ УСКОРЕНИИ ОБОЛОЧКИ

Зайцев Е.Ю.¹, Крутиков В.И.², Спиринов А.В.², Паранин С.Н.²

¹) Уральский федеральный университет имени первого Президента России Б.Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия

²) Институт электрофизики УрО РАН, г. Екатеринбург, Россия

*E-mail: jzaizew@gmail.com

EXPERIMENTAL REGISTRATION OF TUBULAR PARTS COLLISION UNDER MAGNETIC PULSE ACCELERATION

Zaytsev E.Y.¹, Krutikov V.I.², Spirin A.V.², Paraniin S.N.²

¹) Ural Federal University, Yekaterinburg, Russia

²) Institute of Electrophysics UB RAS, Yekaterinburg, Russia

Contact front velocity, one of the key parameters of an impact joining, was determined by registration of electrical contact between colliding tubular parts. Velocity values for four different specimen configurations were experimentally obtained.

Магнитно-импульсная сварка (МИС) – метод ударной сварки, в котором одна из сталкивающихся частей ускоряется сильным импульсным магнитным полем. МИС эффективна для соединения трудносвариваемых и разнородных материалов, с сохранением их микроструктуры вблизи шва. Основными параметрами, которые определяют успешность получения сварного соединения в цилиндрической геометрии данным методом, являются радиальная скорость стенки метаемой трубы и скорость контактного пятна. Целью данной работы было экспериментальное определение контактной скорости при магнитно-импульсном методе соединения двух стальных труб.

В эксперименте использовали генератор импульсных токов емкостью накопителя 425 мкФ со стальным одновитковым индуктором с рабочей областью диаметром 29 мм и длиной 12 мм. Импульс тока в эксперименте был в форме затухающей синусоиды с пиковым значением в 800 кА и полупериодом 14 мкс, при этом в соленоиде генерировалось магнитное поле с максимумом около 40 Тл.

Ускоряемая магнитным полем стальная труба (рис. 1) сталкивалась с контактным датчиком, представляющим собой набор проводящих колец. Замыкание колец с трубой включало ток в РС цепях каждого кольца, который регистрировался цифровыми осциллографами. Времена зарядки (1 с) и разряда конденсаторов (25 мкс) были подобраны так, чтобы минимизировать взаимное влияние токов в цепях за время столкновения (1-10 мкс). Полученные данные были приведены в соответствие с результатами по МИС аналогичных деталей.

По полученным значениям времени столкновений была рассчитана скорость V_c контактного пятна при столкновении метаемой трубы и датчика:

$V_c = h/\Delta t$, где h – расстояние между соседними кольцами, Δt – время между замыканиями двух соседних колец;

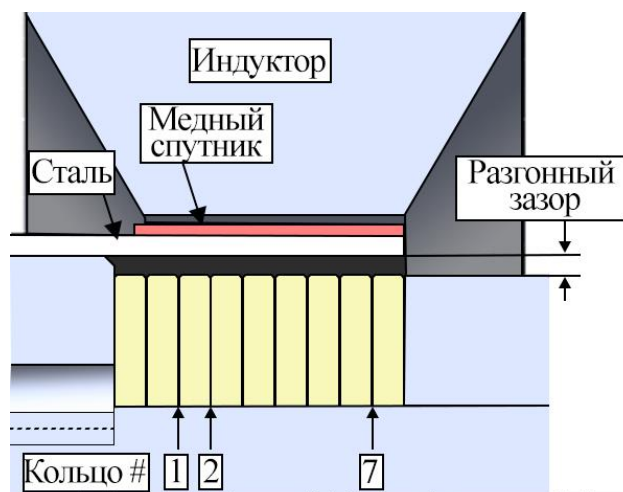


Рис. 1. Схема эксперимента

Были исследованы три конфигурации контактного датчика с одинаковой ускоряемой трубой.

1. Цилиндрический датчик с разгонным зазором в 1 мм. Использовался с целью изучить положение стенки метаемой детали в момент перед столкновением. Получены значения скоростей контактного пятна 5 – 250 км/с. При таких скоростях сварного соединения не было.

2. Конусный датчик с начальным зазором в 1 мм и углом к оси $4,7^\circ$. Получены скорости 4,1 – 36 км/с, при этом сварной шов наблюдался для участка, где скорость пятна была 4,1 – 6,5 км/с.

3. Цилиндрические датчики с зазором в 1,33 и 1,48 мм, у которых торец ускоряемой трубы был «утоплен» до середины индуктора. Скорости, соответствующие области сварного соединения, составили 0,6 – 4,9 км/с.