

**РАЗРАБОТКА УСТРОЙСТВА ДЛЯ НАПЛАВКИ ДВУМЯ ЛЕНТОЧНЫМИ
ЭЛЕКТРОДАМИ С УПРАВЛЯЕМЫМ МЕХАНИЧЕСКИМ ПЕРЕНОСОМ**

В.П. Иванов, к.т.н., доц., Е.В. Лаврова, к.т.н., доц.

*ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь, Украина
87500, Украина, г. Мариуполь, ул. Университетская, 7. Тел. +38 (097) -1109935*

E-mail: ivanov_v_p@pstu.edu

Предложено устройство для наплавки двумя ленточными электродами с управляемым переносом электродного металла. Исследована кинематическая схема и параметры процесса. Установлено, что применение разработанного устройства позволяет обеспечить более равномерное распределение тепловой энергии по ширине ленточных электродов и контролируемый сброс капель жидкого металла.

A device for depositing two tape electrodes with controlled transfer of electrode metal is proposed. The kinematical scheme and parameters of the process are investigated. It is established that the application of the developed device allows providing a more equable distribution of thermal energy across the width of the tape electrodes and a controlled discharge of liquid metal droplets.

Использование механических способов принудительного переноса электродного металла позволяют не только управлять качеством и геометрическими параметрами сварных швов, но и существенно снижать энергозатраты на тепловложение в сварочную ванну [1]. Исследование возможностей такого способа для наплавки ленточным электродом [2] показало перспективность этого метода при электродуговой наплавке.

В случае использования двух и более электродов условия плавления электродного металла и его переноса в сварочную ванну отличны от способа наплавки одним электродом, особенно при различных значениях скорости подачи лент. Влияние этих параметров на перенос электродного металла в сварочную ванну до сих пор не изучено.

Целью настоящей работы является исследование кинематических параметров процесса механического управляемого переноса при электродуговой наплавке двумя ленточными электродами. Использование данной технологии позволяет повысить качество наплавленного слоя и снизить удельный расход электрической энергии на погонный метр наплавленного валика.

Для решения поставленной цели разработано устройство [3] для наплавки двумя ленточными электродами, позволяющее увеличить диапазон регулирования параметров импульсного механического переноса и предотвратить деформирование ленточных электродов (рис. 1).

Предлагаемое устройство обеспечивает попеременное возвратно-поступательное движение торцов ленточных электродов с оптимальными частотой и амплитудой. Поскольку возвратно-поступательное движение торцов накладывается на равномерное движение подачи электродов в ванну, это позволяет сохранить технологические параметры процесса наплавки и размеры наплавленного валика при возможности уменьшения расхода электродного металла на потери и перегрев, а также, соответственно, расходуемой энергии на плавление.

Применение устройства осуществляется следующим образом: при наплавке ленточные электроды (6) подаются в сварочную ванну со скоростями $V_{1не}$ и $V_{2не}$, соответственно. Вращение эксцентрика (2) обеспечивает наложение вертикальных колебаний торцов электродов на их подачу, за счет чего осуществляется контролируемый сброс капель с торцов ленточных электродов. При этом амплитуда колебаний торцов ленточных электродов изменяется в зависимости от величины эксцентриситета и расстояния между ленточными электродами.

Кинематическая схема устройства подачи двух лент представлена на рис. 1, б (показан только один электрод). В соответствии со схемой зависимость кинематических параметров перемещения торцов ленточных электродов определяется уравнением (1):

$$S(t) := l_2 + e \cdot \sin(\omega \cdot t) - \sqrt{\left[1 - \sqrt{\left(l_1 - e \cdot \sin(\omega \cdot t)\right)^2 + [e \cdot (1 - \cos(\omega \cdot t))]^2}\right]^2 - [e \cdot (1 - \cos(\omega \cdot t))]^2 + V_{1не} \cdot t} \quad (1)$$

где $V_{1не}$ – скорость подачи ленточного электрода.

Зависимость $S(t)$ описывается таким же уравнением, но начальный момент времени сдвинут на половину периода (рис. 2). В случае несимметричного расположения ленточных электродов относительно эксцентрика графики перемещения будут различаться и по амплитуде.

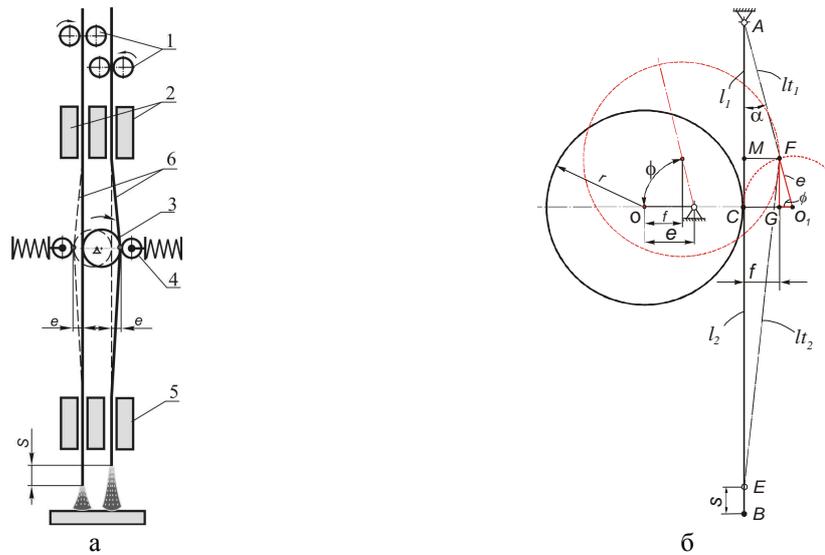


Рис. 1. Устройство для наплавки двумя ленточными электродами (а) и кинематическая схема взаимодействия кулачка с лентой (б): подающие ролики (1); направляющие (2); эксцентрик (3); прижимные ролики (4); токоподвод (5); ленточные электроды (6).

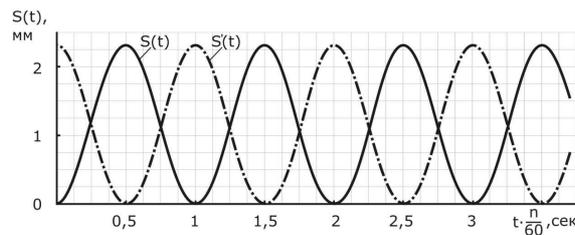


Рис. 2. Зависимость перемещения торцов ленточных электродов

Перемещение торцов ленточных электродов по зависимости (1) придает им соответственно периодически изменяющиеся значения скоростей и ускорений. Находящийся на торце электрода расплавленный металл за время колебательного движения приобретает ускорение под действием силы инерции в направлении ванны, что способствует его ускоренному сбросу в сварочную ванну в виде капли. В этом масса сбрасываемой капли будет определяться законами изменения кинематических параметров лент, их амплитудой и частотой колебаний. На рис. 3 представлена расчетная зависимость изменения силы инерции действующей на каплю электродного металла при использовании кинематической схемы устройства, приведенной на рис. 1. Средний диаметр капли принимался равным 2.6×10^{-3} м (масса капли 6.435×10^{-5} кг).



Угловая скорость вращения эксцентрика, с^{-1}
Рис. 3. Зависимость силы инерции F_{cu} , Н; действующей на каплю от времени

На рис. 4 представлены экспериментальные данные, характеризующие влияние силы тока, напряжения, частоты колебаний торца ленточного электрода на величину коэффициента расплавления

при автоматической наплавке с принудительным переносом электродного металла. Как видно из рис. 4, при изменении напряжения дуги с 24 В до 30 В, коэффициент расплавления электродного металла возрастает в диапазоне от 18-23 г/А·ч, при этом в случае использования принудительных колебаний с частотой 50 Гц он в среднем на 20 % выше, чем при наплавке без использования принудительных колебаний при аналогичных параметрах режима наплавки.

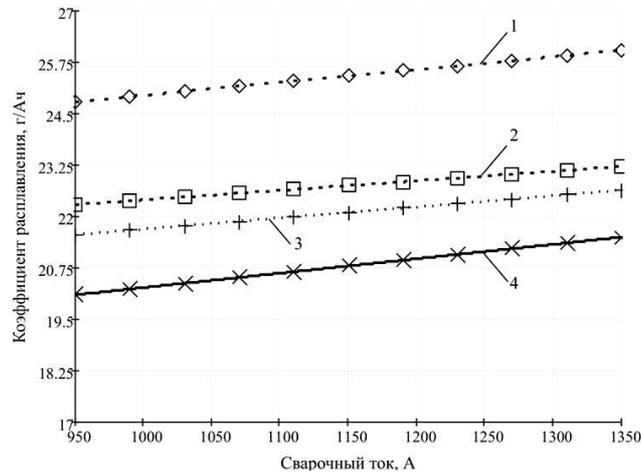


Рис. 4 – Зависимость коэффициента расплавления от параметров режима наплавки:
1 – $U = 24 \text{ В}, f = 0 \text{ Гц}$; 2 – $U = 28 \text{ В}, f = 0 \text{ Гц}$; 3 – $U = 30 \text{ В}, f = 0 \text{ Гц}$; 4 – $U = 30 \text{ В}, f = 50 \text{ Гц}$.

Разработанное устройство обеспечивает попеременное возвратно-поступательное движение торцов ленточных электродов с оптимальными частотой и амплитудой. Поскольку возвратно-поступательное движение торцов накладывается на равномерное движение подачи электродов в ванну, это позволяет сохранить технологические параметры процесса наплавки и размеры наплавленного валика при возможности уменьшения расхода электродного металла на потери и перегрев, а также, соответственно, расходуемой энергии на плавление.

При использовании наложенных колебаний повышается производительность наплавки за счет снижения температуры капель, попадающих в сварочную ванну с торцов и перераспределения температур в объеме сварочной ванны, что приводит к повышению эффективности расплавления ленточных электродов.

Это объясняется тем, что в процессе плавления электродного металла при наложении принудительных механических колебаний происходит равномерное оплавление торцов ленточных электродов за счет обеспечения равномерного распределения тепловой энергии по ширине лент и контролируемый сброс капель жидкого металла. Использование данной технологии позволяет повысить качество наплавленного слоя и снизить удельный расход электрической энергии на погонный метр наплавленного валика.

1. Разработано устройство для наплавки двумя ленточными электродами с управляемым переносом электродного металла.
2. Использование разработанного устройства позволяет повысить эффективность расплавления электродного металла (в среднем на 20%), обеспечить его управляемый перенос в сварочную ванну и, как следствие, равномерность высоты наплавленного слоя и глубины зоны проплавления по всей ширине ванны

Список литературы

1. Патент № 101288, МПК В23К 9/12 (2006.01). Устройство для наплавки ленточным электродом под флюсом / А.Н. Серенко, Е.В. Лаврова, В.П. Иванов, В.А. Серенко (Украина). – № а 201205838; Заявл. 14.05.12; Опубл. 11.03.13, Бюл. № 5.– 4 с.
2. Ivanov V.P. Improving the efficiency of strip cladding by the control of electrode metal transfer / V.P. Ivanov, E.V. Lavrova // Applied mechanics and materials. – Vol. 682 (2014). – pp. 266-269. doi:10.4028/ www.scientific.net/AMM.682.266
3. Патент № 113454, МПК В23К 9/04 (2006.01). Устройство для наплавки двумя ленточными электродами/ В.П. Иванов, Е.В. Лаврова (Украина). – № а 201504899; Заявл. 10.02.16; Опубл. 25.01.17, Бюл. № 2.– 4 с.