

УДК 621.791.754

©Носовский Б.И.¹, Ковалевский А.И.²**РАЗРАБОТКА РЕЗОНАНСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ КОЛЕБАНИЙ В МЕХАНИЧЕСКИЕ ДЛЯ ПРИНУДИТЕЛЬНОГО ПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ СВАРКЕ В СРЕДЕ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА**

Для сварки в среде углекислого газа была рассчитана зависимость диаметра капли от частоты перехода капель, показано, что для исключения коротких замыканий и разбрызгивания необходимо организовать принудительный перенос электродного металла. Для его осуществления необходимо разработать преобразователь электрических колебаний в механические.

Ключевые слова: принудительный перенос, автоматическая, полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа, частота колебаний, диаметр капли.

Носовський Б.І., Ковалевський О.І. Розробка резонансного перетворювача електричних коливань в механічні для примусового перенесення електродного металу при зварюванні в середовищі вуглекислого газу. Для зварювання в середовищі вуглекислого газу була розрахована залежність діаметра краплі від частоти переходу крапель, показано, що для виключення коротких замикань та розбризкування необхідно організувати примусове перенесення електродного металу. Для його здійснення необхідно розробити перетворювач електричних коливань в механічні.

Ключові слова: примусове перенесення, автоматичне, напівавтоматичне зварювання в середовищі вуглекислого газу, частота коливань, діаметр краплі.

***V.I. Nosovskiy, O.I. Kovalevsky. Development of resonant converter of electrical oscillations into mechanical force for the transfer of electrode metal during welding in carbon dioxide environment.** For welding in carbon dioxide the dependence of the diameter of the drops on the frequency conversion drops was evaluated, it was shown that in order to avoid short circuits and spraying it was necessary to set up forced transfer of electrode metal. For its implementation it was necessary to develop a converter for electrical oscillations to be transferred into mechanical ones.*

Keywords: compulsory transfer, automatic, semiautomatic welding in carbon dioxide, the oscillation frequency, the diameter of drops.

Постановка проблемы. Полуавтоматическая сварка в среде углекислого газа имеет ряд преимуществ: высокая производительность, маневренность, низкая стоимость сварочных материалов. Однако, наряду с преимуществами, этот вид сварки имеет существенный недостаток – повышенное разбрызгивание электродного металла. В зависимости от диаметра электрода и параметров режима сварки, потери металла на разбрызгивание могут достигать до 40% [1, 2].

Помимо увеличения расхода сварочной проволоки, разбрызгивание повышает трудоемкость изготовления сварных конструкций, из-за необходимости зачистки швов и прилегающих к ним поверхностей деталей.

Анализ последних исследований и публикаций. Одним из эффективных способов снижения разбрызгивания электродного металла является сообщение торцу электрода продольных колебаний. В работе [3] описан механизм с преобразованием вращательного движения вала приводного электродвигателя в импульсное вращение подающих роликов (механизм с квазиволновым преобразователем – КВП). Этот механизм, в отличие от описанных [4], в том числе и с односторонними захватами, имеет достаточный ресурс работы, а также специфические особенности по формированию импульсов определенных параметров, обеспечивающих ускорение движения электродной проволоки в импульсе для принудительного переноса капель электродного металла в ванну. Одна-

¹ канд. техн. наук, доцент, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

² аспирант, ГВУЗ «Приазовский государственный технический университет», г. Мариуполь

ко конструкции механизмов [4] импульсной подачи электродной проволоки этого типа имеют ограничения относительно формирования заданных импульсов необходимых параметров, связанные с используемыми в данных механизмах техническими решениями.

В способе сварки, предложенном немецкой фирмой «Fronius» [5], результат достигается обратным движением проволоки в момент возникновения короткого замыкания, что помогает отделению капли. Благодаря незначительному току короткого замыкания, обеспечивается перенос электродного металла без образования брызг. Недостатком этого способа является то, что накопительный проволочный буфер находится слишком далеко от сварочной горелки, из-за чего необходимо преодолевать дополнительную силу, сварочная система становится более громоздкой. Максимальная частота колебаний, которая используется при сварке, равна 70 Гц. Также, для контроля эффективного управления током короткого замыкания необходим специальный источник питания.

В данной статье описан резонансный преобразователь электрических колебаний в механические. Резонансный преобразователь позволит добиться минимальных размеров держателя и создания максимальной амплитуды при минимальных затратах энергии.

Цель статьи – разработать резонансный преобразователь электрических колебаний в механические, для принудительного переноса электродного металла при сварке. Для этого необходимо выявить зависимость диаметра капли от частоты перехода капель в сварочную ванну, рассчитать и сконструировать преобразователь.

Аналитически рассчитана зависимость диаметра капли от частоты перехода капель.

$$D_k = \sqrt[3]{\frac{6 \cdot S_e \cdot V_e \cdot t \cdot \gamma_{тв}}{\pi \cdot f \cdot \gamma_{ж}}}, \quad (1)$$

где S_e – площадь поперечного сечения электрода,
 V_e – скорость подачи электрода,
 t – расчетное время (1 секунда),
 $\gamma_{тв}$ – плотность твердого железа,
 $\gamma_{ж}$ – плотность жидкого железа,
 f – частота перехода капель.

График представлен на рис. 1.

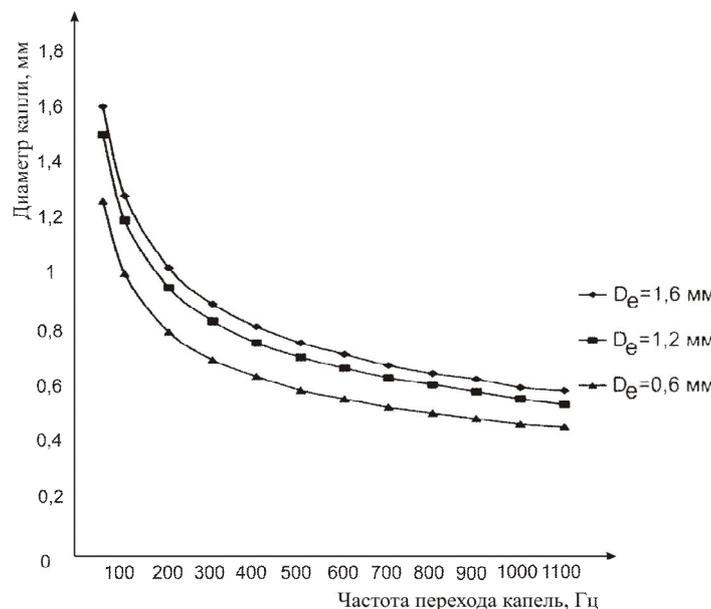


Рис. 1 – Зависимость диаметра капли расплавленного металла от частоты перехода капель для различных диаметров электрода

Установлено, что диаметр капли обратно пропорционален частоте перехода капель. Из графика видно, что при частоте 200 Гц происходит значительное уменьшение диаметра перехо-

дящих капель. С дальнейшим увеличением частоты диаметр капли уменьшается незначительно. Короткие замыкания возникают в случае, когда диаметр капли больше длины дуги. При этом наблюдается повышенное разбрызгивание электродного металла. Опытным путем установлено, что принудительный перенос капель с частотой 210 Гц позволит снизить потери электродного металла на разбрызгивание с 22 до 12% в сравнении со сваркой без колебаний при тех же режимах.

Для создания устройства, способного обеспечивать такую частоту, была принята расчетная схема двух брусьев, колеблющихся в противофазе.



Рис. 2 – Расчетная схема динамической модели

Для расчета бруса принимаем случай, когда распределенная масса бруса заменяется приведенной массой $m_{пр}$, расположенной на свободном конце [6]. На свободном конце призматического бруса с прямоугольным сечением находится сосредоточенная масса m_2 (рис. 2).

Для определения приведенной массы допускаем, что исходная кинетическая энергия бруса равна кинетической энергии динамической модели. Приведенная масса равна [6]:

$$m_{прив} = \frac{17}{35} m_1, \tag{2}$$

где $m_1 = \rho \cdot l \cdot b \cdot h$,
 ρ – плотность материала,
 l – длина бруса,
 b – ширина бруса,
 h – высота бруса.

Схема бруса показана на рис. 3.

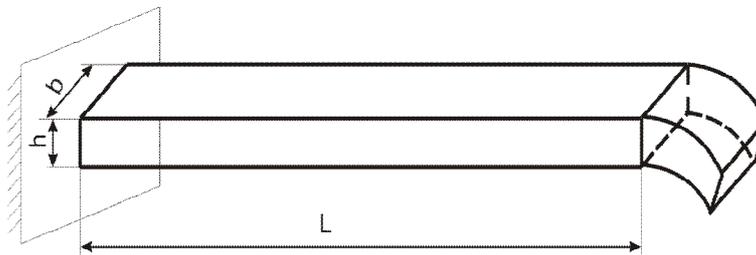


Рис. 3 – Схема бруса

Для нахождения коэффициента жесткости консоли на изгиб допускаем, что исходная потенциальная энергия упругих деформаций бруса равна потенциальной энергии при изгибе консоли с сосредоточенной массой на конце.

Коэффициент жесткости при изгибе равен:

$$C = \frac{3E \cdot I_y}{l^3}, \tag{3}$$

где E – модуль упругости первого рода,
 I_y – момент инерции.

$$I_y = \frac{bh^3}{12}, \tag{4}$$

где l – длина бруса,
 b – ширина бруса,
 h – высота бруса.

Учитывая массу m_2 , находящуюся на свободном конце, определим собственную частоту f изгибных колебаний системы с одной степенью свободы:

$$f = \sqrt{\frac{C}{m_{\Sigma}}}, \text{ т.е.} \quad (5)$$

$$f = \sqrt{\frac{3 \cdot E \cdot b \cdot h^3}{12 \cdot l^3 \left(\frac{17}{35} \cdot \rho \cdot l \cdot b \cdot h + m_2 \right)}}, \quad (6)$$

окончательно имеем:

$$f = \frac{h}{2 \cdot l} \sqrt{\frac{E \cdot b \cdot h}{l \left(\frac{17}{35} \cdot \rho \cdot l \cdot b \cdot h + m_2 \right)}}. \quad (7)$$

Схема конструкции устройства показана на рис. 4.

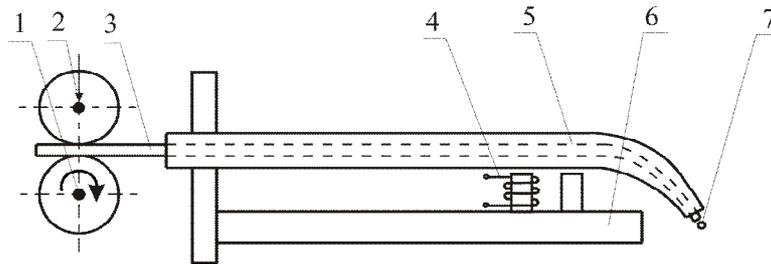


Рис. 4 – Схема устройства: 1 – подающий ролик, 2 – прижимной ролик, 3 – электродная проволока, 4 – электромагнит, 5, 6 – верхняя и нижняя части преобразователя, 7 – капля расплавленного металла

Механический контур преобразователя состоит из верхней и нижней ветви, причем в верхней ветви располагают плавящийся электрод, а в нижней части закреплен П-образный магнитопровод, на котором расположена обмотка. Она возбуждает колебания механического контура. Частота генератора электрических колебаний настраивается в резонанс с собственной частотой преобразователя для обеспечения максимальной амплитуды колебания торца электрода.

С помощью подающего (1) и прижимного (2) роликов подают электродную проволоку (3), и с помощью электромагнита (4) возбуждают преобразователь электрических колебаний в механические, (амплитуда колебаний составляет – 0,3-1 мм).

Амплитудно-частотные характеристики преобразователя представлены на рисунке 5.

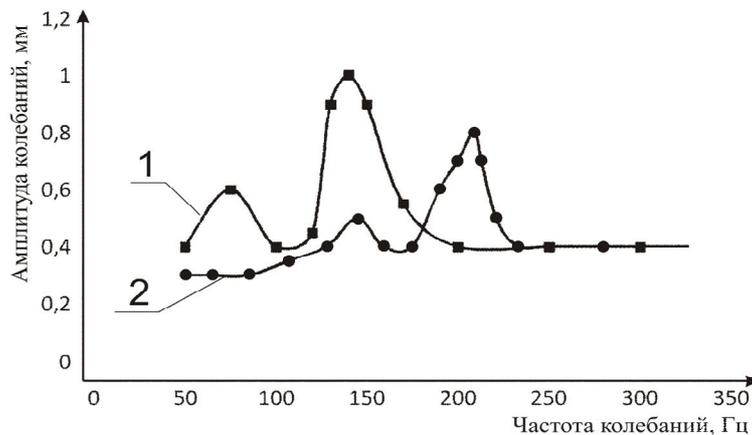


Рис. 5 – Амплитудно-частотные характеристики преобразователя: 1 – при длине ветвей преобразователя 150 мм, 2 – при длине ветвей преобразователя 125 мм

На приведенных амплитудно-частотных характеристиках видно, что резонансные частоты находятся в пределах 145 (кривая 1) и 215 (кривая 2) Гц. Изменение резонансной частоты

достигалось изменением длины колеблющейся части преобразователя. Измерения проводились три раза в каждой точке.

Фотография изготовленного устройства представлена на рис. 6.

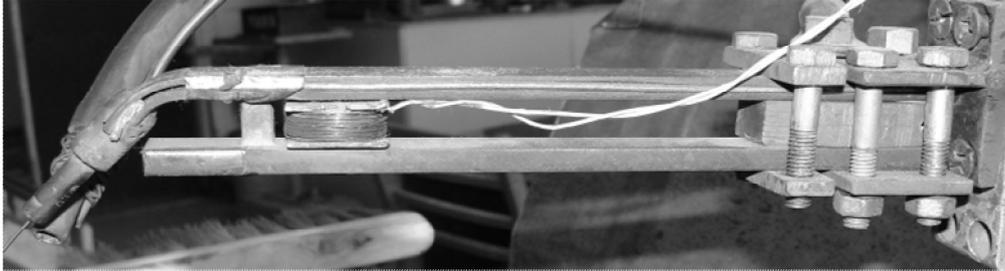


Рис. 6 – Внешний вид преобразователя электрических колебаний в механические

Выводы

1. Рассчитана зависимость диаметра капли от частоты перехода капель. Установлено, что диаметр капли обратно пропорционален частоте перехода капель. Для обеспечения переноса капель электродного металла без коротких замыканий и снижения разбрызгивания необходимо увеличить частоту колебаний преобразователя.
2. Для организации принудительного переноса рассчитан и изготовлен преобразователь электрических колебаний в механические. Изменение резонансной частоты колебаний преобразователя достигается возможным изменением геометрических параметров.

Список использованных источников:

1. Потапьевский А.Г. Сварка в защитных газах плавящимся электродом / А.Г. Потапьевский. – М. : Машиностроение, 1974. – 240 с.
2. Ленивкин В.А. Технологические свойства сварочной дуги в защитных газах / В.А. Ленивкин, Н.Г. Дюргеров, Х.Н. Сагиров. – М. : Машиностроение, 1989. – 264 с.
3. Лебедев В.А., Пичак В.Г., Смолярко В.Б. Механизмы импульсной подачи электродной проволоки с регулированием параметров импульсов // Автомат. сварка. – 2001. – № 5. – С. 31-37.
4. Лебедев В.А., Никитенко В.П. Перспективные направления в конструировании механизмов подачи электродной проволоки // Автомат.сварка. – 1983. – № 7. – С. 61-69
5. Зарубежный опыт. Дуговая сварка с импульсной подачей электродной проволоки – процесс СМТ, предложенный фирмой «Фрониус» // Автомат.сварка. – 2004. - № 12. – С.55-58.
6. Ананьев И.В., Справочник по расчету собственных колебаний упругих систем /И.В. Ананьев М.-Л. : Гостехиздат, 1946.-325 с.

Bibliography:

1. A.G. Potapevsky Welding gas shielded consumable electrode / A.G. Potapevsky. - Moscow: Mashinostroenie, 1974. - 240. (Rus.)
2. V.A.Lenivkin Technological properties of the arc gas shielded / V.A. Lenivkin, N. Dyurgerov, H.N. Sagirov. - Moscow: Mashinostroenie, 1989. - 264. (Rus.)
3. V.A.Lebedev, V.G.Pichak, V.B. Smolyarko Mechanisms of pulsed feed of electrode wire to the regulation of pulse parameters // Avtomaticheskaya svarka. - 2001. - № 5. - P. 31-37. (Rus.)
4. V.A Lebedev., V.P. Nikitenko, Promising directions in the design of mechanisms for wire feed // Avtomaticheskaya svarka. - 1983. - № 7. - P. 61-695. (Rus.)
5. International experience. Arc welding with pulsed feed of electrode wire - the process of CMT by the company, "Fronius" // Avtomaticheskaya svarka. - 2004. - № 12. - P.55-58. (Rus.)
6. I.V. Ananiev, Handbook on the calculation of natural vibrations of elastic systems / I.V. Ananiev, Moscow-Leningrad: Gostekhizdat, 1946.-325 p. (Rus.)