



# РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ НАПЛАВКИ ЛЕНТОЧНЫМ ЭЛЕКТРОДОМ С ПРИНУДИТЕЛЬНЫМ МЕХАНИЧЕСКИМ ПЕРЕНОСОМ ЖИДКОГО МЕТАЛЛА

**Б. И. НОСОВСКИЙ**, канд. техн. наук, **Е. В. ЛАВРОВА**, асп. (Приазов. гос. техн. ун-т, г. Мариуполь)

Разработаны метод и оборудование для исследования процесса плавления ленточного электрода дугой, схема выбора параметра наплавки с принудительным переносом электродного металла.

*Ключевые слова:* наплавка, источник питания, принудительный механический перенос, ленточный электрод, наплавленный слой, качество

Для получения в первом наплавленном слое требуемого химического состава применяют наплавку ленточным электродом, который распределяет тепловую энергию на большую ширину по сравнению с проволоочным. В результате глубина проплавления и разбавление наплавленного металла основным уменьшаются. Однако с уменьшением глубины проплавления снижается способность дуги разрушать препятствия на ее пути в виде брызг, оксидов, вследствие чего образуются местные несплавления [1].

Характер плавления электрода может быть различным. Электрод может оплавляться каплей последовательно слой за слоем (рис. 1, *а*) или хаотично (рис. 1, *б*). Передача тепловой энергии в этом случае происходит неравномерно, что способствует увеличению вероятности образования несплавлений. Характер перемещения дуги и капли жидкого металла может влиять на качество сварного соединения. Стабилизировать процесс плавления электрода можно путем принудительного переноса электродного металла.

Изучены различные способы принудительного переноса электродного металла. В работах [2–5] установлено, что принудительный перенос электродного металла при сварке проволоочным электродом снижает потери электродного металла на разбрызгивание, улучшает условия возбуждения дугового процесса, стабилизирует ток и напряжение.

Однако существующие способы принудительного переноса имеют отношение только к сварке (наплавке) проволоочным электродом. Сведения о влиянии принудительного переноса на качество валика, наплавленного ленточным электродом под флюсом, отсутствуют. Поэтому представляется целесообразным разработать механизм преобразования поперечных колебаний в продольные

торца ленточного электрода и исследовать влияние параметров колебаний на процесс плавления электрода и качество наплавленного металла.

Целью настоящей работы является разработка методики и оборудования для определения характера перемещения дуги по торцу ленточного электрода при наплавке под флюсом ленточным электродом с принудительным механическим переносом жидкого металла.

Спроектировано приспособление принудительного механического переноса электродного металла при наплавке под флюсом ленточным электродом (рис. 2). При автоматической наплавке механизм преобразования располагается близко к дуге, что уменьшает массу ленточного электрода, совершающего возвратно-поступательные движения. Это позволило упростить механизм преобразования поперечных колебаний в продольные. Принцип работы представленного механизма заключается в следующем: вал 7 вращается приводом. Благодаря возвратно-поступательному движению средней части вала-эксцентрика

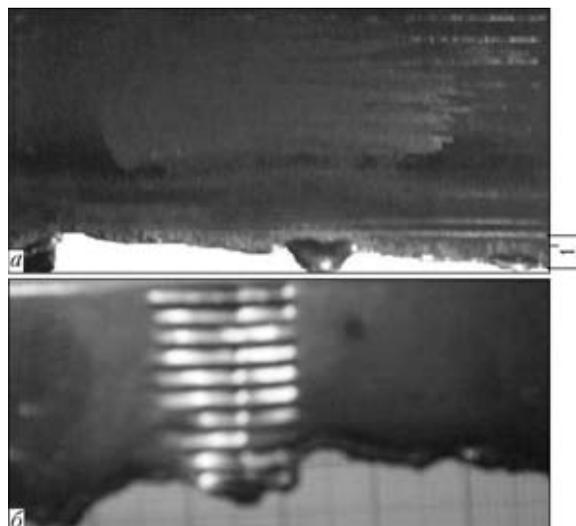


Рис. 1. Внешний вид торца ленточного электрода, оплавленного каплей последовательно слой за слоем (*а*) и хаотично (*б*)

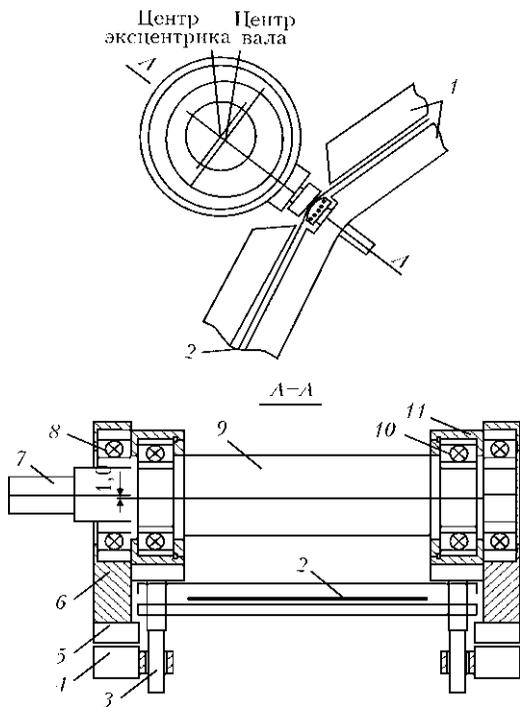


Рис. 2. Схема преобразования колебаний торца ленточного электрода из поперечных в продольные: 1 — изогнутое основание; 2 — ленточный электрод; 3 — направляющий болт; 4, 5 — корпуса пластин; 6, 11 — корпуса подшипников; 7 — вал; 8 — подшипник на валу; 9 — средняя часть вала-эксцентрика; 10 — подшипник на эксцентрике

9 и пластин, установленных с зазором, по которому движется ленточный электрод, происходят его поперечные перемещения, преобразующиеся в продольные колебания его торца.

Предлагаемый механизм можно использовать для лент сплошного сечения, порошковые электроды не допускают многократных изгибов и вибраций, так как это приводит к неконтролируемому просыпанию шихты.

Для выяснения степени влияния принудительного переноса на распределение энергии по ширине ленточного электрода необходимо знать характер перемещения дуги по его торцу.

Известны следующие методы исследований характера перемещения дуги по торцу ленточного электрода: скоростная киносъемка и измерение распределения линий тока по ширине ленточного электрода [1]. Наиболее доступным является последний. Разработана приставка, с помощью которой имитировалось место горения дуги на торце ленточного электрода (контакты).

Известно [1], что с помощью контактов, расположенных по ширине ленточного электрода, можно определить положение дуги. Для контроля падения напряжения от тока с колебаниями торца ленточного электрода и без разработаны датчики (рис. 3). Сконструировано приспособление, в котором по ширине ленточного электрода 100 мм расположены девять пар контактов (рис. 3).

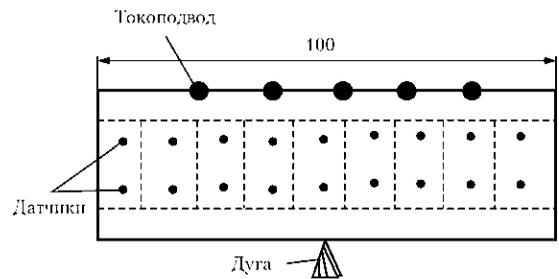


Рис. 3. Схема расположения скользящих контактов (датчиков) на вылете ленточного электрода

Для отработки методики проведения экспериментальных исследований использовали ленточные электроды толщиной 0,3 и 0,5 мм из стальных наплавочных лент 08А и 10Х18Н10Т.

Положение дуги имитировали контактом, прижатым к торцу ленточного электрода. Конструкцией приспособления предусмотрена возможность включения пяти скользящих токоподводов (любого одного или их сочетания).

Перемещение дуги по торцу ленточного электрода имитировали изменением места контакта.

Внешний вид приспособления для преобразования поперечных колебаний в продольные и расположение датчиков распределения тока по ширине ленточного электрода представлены на рис. 4.

Использовали источник питания с плавной регулировкой напряжения. Он представляет собой трехфазный автотрансформатор, понижающий разделительный трансформатор, к выходу которого подключен трехфазный мостовой выпрямитель, обеспечивающий минимальные пульсации выпрямленного напряжения. Ток измеряли с помощью амперметра 2 с шунтом, датчики 3 попарно переключались с помощью переключателя 5. Падение напряжения на каждом датчике измеряли с помощью милливольтметра 6.

Для надежной работы АЦП необходимо выбрать место заземления. Для этого заземляли токоподводы или средний контакт нижнего ряда датчиков. Результаты измерений представлены на

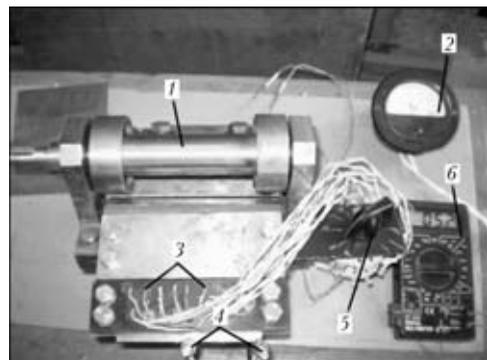


Рис. 4. Внешний вид приспособления для преобразования поперечных колебаний в продольные и расположение датчиков распределения тока по ширине ленточного электрода: 1 — эксцентриковый механизм; 2 — амперметр; 3 — датчики съема тока; 4 — контакты, имитирующие дугу; 5 — переключатель; 6 — милливольтметр

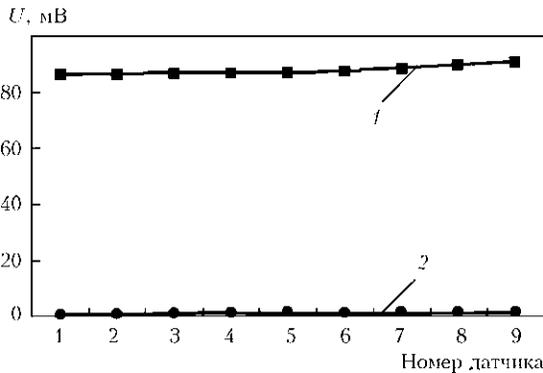


Рис. 5. Зависимость падения напряжения от места заземления: 1 — токоподвод; 2 — средний контакт нижнего ряда датчиков

рис. 5. При заземлении среднего контакта нижнего ряда датчиков влияние на падение напряжения незначительно. Поэтому в дальнейшем проводили измерения с заземленным нижним контактом среднего датчика.

Для обработки методики измерений изменяли положение дуги (контакта) и место токоподвода. Результаты измерений представлены на рис. 6–10. Как видно из рис. 6, максимум распределения падения напряжения по ширине ленточного электрода при включении всех токоподводов и положении дуги с правого края электрода расположен над контактом, имитирующим положение дуги.

На рис. 7 представлены результаты измерений для ленты толщиной 0,5 мм. При использовании стали 10X18H10T полезный сигнал значительно выше в сравнении с наплавочным материалом Св-08А. Из рис. 8 видно, что положение, а также количество подключенных токоподводов не оказывает существенного влияния на характер распределения тока. Результаты эксперимента, представленные на рис. 9, свидетельствуют о том, что перемещение дуги по торцу ленточного электрода соответствует перемещению максимума тока. Видно, что при использовании ленточного электрода из 10X18H10T и 08А характер кривых одинаков, но падение напряжения при использовании 08А значительно ниже, так как удельное сопротивление стали 10X18H10T больше, чем стали 08А.

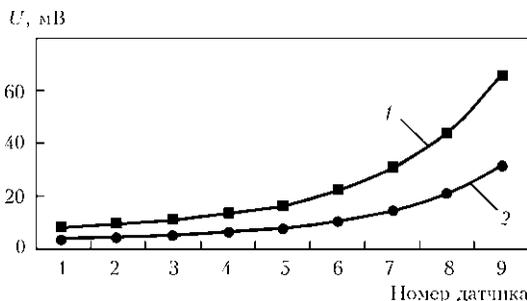


Рис. 6. Зависимость падения напряжения по ширине ленточного электрода толщиной 0,2 мм из стали 10X18H10T для различных значений тока: 1 — 40; 2 — 20 А

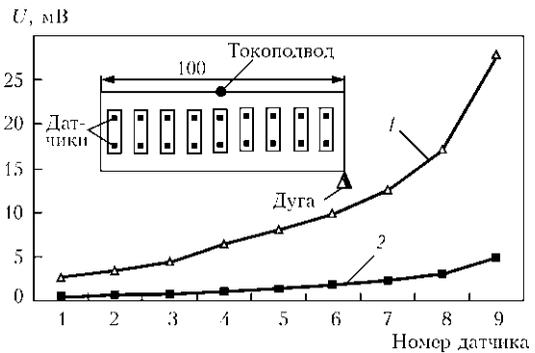


Рис. 7. Зависимость падения напряжения для тока 40 А по ширине ленточного электрода толщиной 0,5 мм для разных материалов: 1 — 10X18H10T; 2 — 08А

Для определения влияния тока шунта или одновременно существующих двух дуг исследованы изменения падения напряжения при двух контактах, подключенных по центру и с правого края электрода. Как видно из рис. 10, при существовании двух дуг (контактов) на кривой появляется два максимума. Значение полезного сигнала при использовании материала 10X18H10T больше, чем при использовании стали 08А.

Для измерения параметров используется АЦП (Е14-140) (рис. 11), который имеет 16 дифференциальных входов или 32 с общей землей. У нас имеется 9 дифференциальных датчиков, поэтому использовали схему подключения дифференциальных входов.

Кроме датчиков распределения падения напряжения по ширине ленточного электрода значение тока дуги можно записать, используя для этого шунт на 1000 А, 75 мВ. Для измерения нап-

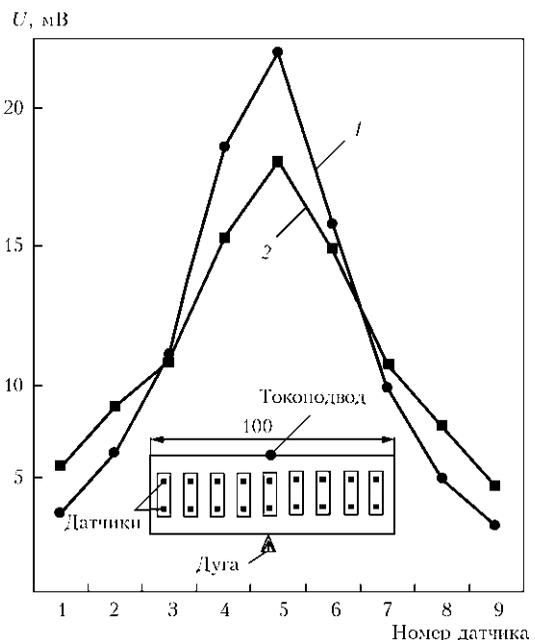


Рис. 8. Зависимость падения напряжения для тока 40 А по ширине ленточного электрода толщиной 0,5 мм из стали 10X18H10T для различных положений токоподвода: 1 — подключен центральный токоподвод; 2 — подключены все пять токоподводов

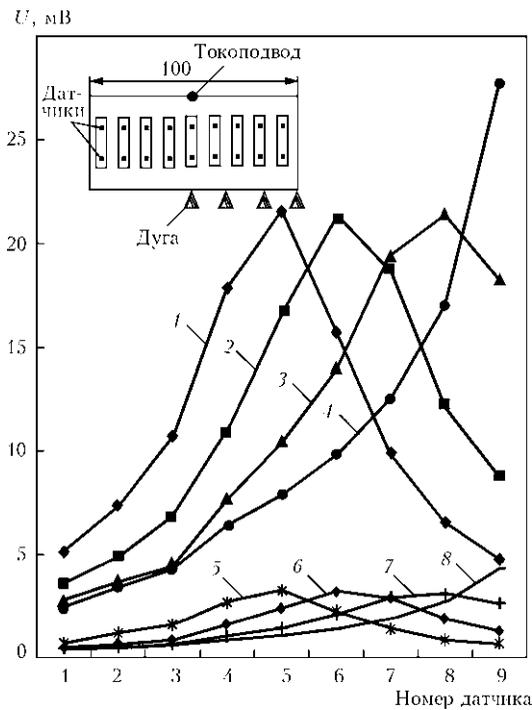


Рис. 9. Распределение падения напряжения для тока 40 А по ширине ленточного электрода толщиной 0,5 мм для различных положений токоподвода: 1–4 — 10X18N10T; 5–8 — Св-08А

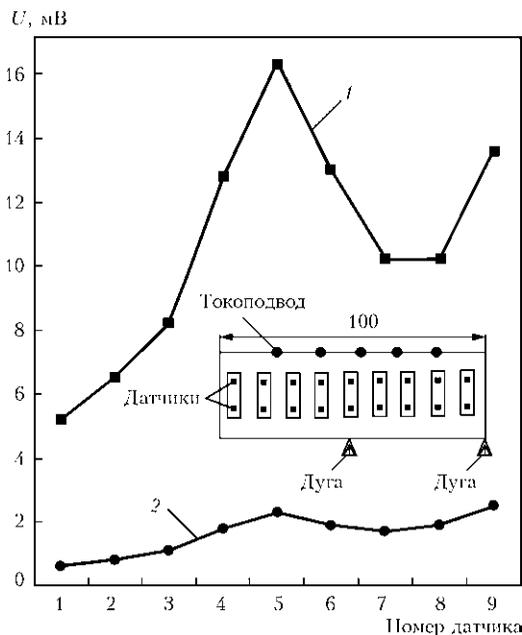


Рис. 10. Распределение падения напряжения по ширине ленточного электрода для двух дуг: 1 — 10X18N10T; 2 — 08А

ряжения используется делитель напряжения, параметры которого учитываются. Падение напряжения на вылете электрода и шунте близки, а напряжение дуги значительно больше, что учитывается при программировании устройства на ПК.

A procedure and equipment for investigation of the process of strip electrode melting by an arc and schematic of selection of surfacing parameter with forced transfer of electrode metal have been developed.

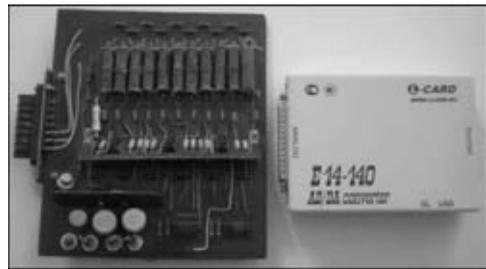


Рис. 11. Устройство для съема данных

**Выводы**

1. Разработана методика для измерения распределения линий тока по ширине ленточного электрода, позволившая определить характер перемещения дуги по торцу ленточного электрода при наплавке под флюсом ленточным электродом с принудительным механическим переносом электродного металла.

2. Представлено распределение падения напряжения по ширине ленточного электрода.

3. Определено влияние материала и тока на значение полезного сигнала, что необходимо учитывать при обработке результатов измерений.

4. Установлено, что заземление токоподвода или подвижных контактов существенно влияет на значение полезного сигнала. Для повышения чувствительности и точности измерений следует заземлять средний контакт в нижнем ряду датчиков.

5. При существовании двух дуг одновременно на распределении падения напряжения появляется два максимума.

6. Подтверждено, что положение максимума падения напряжения совпадает с положением дуги на торце ленточного электрода. Следовательно, используя разработанные приспособления и АЦП, можно зафиксировать движение дуги по торцу ленточного электрода.

1. Гулаков С. В., Матвиенко В. Н., Носовский Б. И. Наплавка под флюсом ленточным электродом. — Мариуполь: ПГТУ, 2006. — 136 с.
2. Лебедев В. А. Особенности конструирования механизмов импульсной подачи электродной проволоки в сварочном оборудовании // Автомат. сварка. — 2003. — № 3. — С. 48–52.
3. Лебедев В. А. Тенденции развития механизированной сварки с управляемым переносом электродного металла (Обзор) // Там же. — 2010. — № 10. — С. 45–53.
4. Воронай Н. Н., Бенидзе З. Д. Особенности процесса сварки в CO<sub>2</sub> с импульсной подачей электродной проволоки // Там же. — 1989. — № 2. — С. 23.
5. Пат. 24440, 7 В 23 К 9/12, С2 Украина. Спосіб дугового зварювання електродом, що плавиться / М. Б. Носовський.

Поступила в редакцию 20.10.2010