

УДК 621.791.927.5

Белик А. Г.

## РЕГУЛИРОВАНИЕ МАССОПЕРЕНОСА ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА ПРИ НАПЛАВКЕ ПОРОШКОВЫМИ ЛЕНТАМИ

При восстановлении или упрочнении деталей машин широко используется наплавка порошковой лентой. Одним из возможных недостатков при наплавке порошковыми лентами является самопроизвольное нерегулируемое поступление доли сердечника в сварочную ванну помимо электродных капель. Просыпание доли шихты, минуя капли, образующиеся при расплавлении порошковой ленты, приводит к химической неоднородности в наплавленном слое [1–3].

Разработаны различные конструкции порошковых лент, у которых оболочка состоит из одной или двух металлических лент, завальцованные замковым соединением. Возможно изготовление порошковых лент из двух лент одной толщины, а также из лент разной толщины и другими конструктивными особенностями. Каждая такая конструктивная особенность формирования оболочки порошковой ленты преследовала решение определенной задачи – получение требуемого состава и качественного наплавленного металла. Во всех разработанных конструкциях оболочек порошковых лент было необходимо достичь совместного плавления оболочки и сердечника в процессе наплавки. Это достигалось уплотнением сердечника в оболочке при их совместной протяжке в двухвалковой клети стана. В отдельных конструкциях оболочка изготавливалась с ячейками, куда поступала шихта, состоящая из смеси компонентов, а затем формировалась порошковая лента. Нанесение поперечных рифлений с определенным шагом способствовало более равномерному плавлению и переходу электродного металла в металл шва.

Разработана конструкция уплотняющих валков, представляющая валки с нанесенными рифлениями определенной формы и размеров, которые способствуют при совместном обжатии оболочки и сердечника обеспечить необходимое уплотнение сердечника. В некоторые составы сердечника вводились полимерные (пластмассовые) компоненты [3, 4].

Для повышения качества наплавленного металла в состав порошковых электродов и флюсов вводится фторопласт. Фторопласт-4 (ГОСТ 10007-80) является порошкообразным компонентом, удельный вес  $2,15\text{--}2,18\text{ г/см}^3$ , при комнатной температуре хорошо спрессовывается, при нагреве до температуры свыше 688 К разлагается [5, 6].

Целью работы являлось исследование возможности уплотнения сердечника в оболочке порошковой ленты введением в его состав полимеров для регулирования переноса электродного металла при наплавке на примере фторопласта-4.

Проведены исследования влияния добавки фторопласта-4 на процесс массопереноса электродного металла при наплавке порошковой лентой. Изготавливали порошковую ленту с добавкой фторопласта-4 в состав компонентов сердечника. Учитывая слабую сыпучесть фторопласта-4, его структуру и свойства, а также адгезионную способность удерживать на поверхности частицы, его введение должно соответствовать определенным требованиям. Фторопласт-4 предварительно смешивали с одним из компонентов сердечника порошковой ленты, а затем смешивалась вся смесь из всех компонентов в течение определенного времени. При такой последовательности после смешивания неоднородность шихты не наблюдалась, фторопласт не образовывал шарообразных частиц, что иногда возможно.

Как показали результаты экспериментов, смесь компонентов обладает достаточной сыпучестью и равномерно поступает в профилированную оболочку порошковой ленты при ее изготовлении на стане.

Изготавливали порошковые ленты с добавкой 2% фторопласта-4 в составе компонентов сердечника и коэффициентом заполнения 50–55%. Оценку процесса перехода электрода из расплавленного металла при правлении порошковой ленты проводили по характеру оплавленных торцов и с помощью скоростной киносъемки. Установлено, что введение фторопласта-4 способствует более равномерному плавлению оболочки с сердечником. Выступающего из оболочки сердечника на торце расплавленной порошковой ленты не наблюдается из-за более быстрого его расплавления, хотя при увеличении коэффициента заполнения иногда не вся шихта переходит в сварочную ванну через стадию капли (рис. 1).

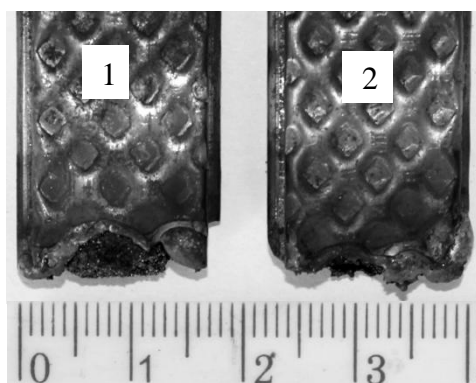


Рис. 1. Оплавленные торцы порошковых лент:  
1 – без добавления фторопласта-4; 2 – с добавлением фторопласта-4

Проведены исследования влияния силы прокатки на уплотнение сердечника порошковой ленточного электрода. Порошковая лента подвергалась уплотнению в процессе ее изготовления и последующей термической обработке при температуре 623 К. Результаты приведены на рис. 2–5.

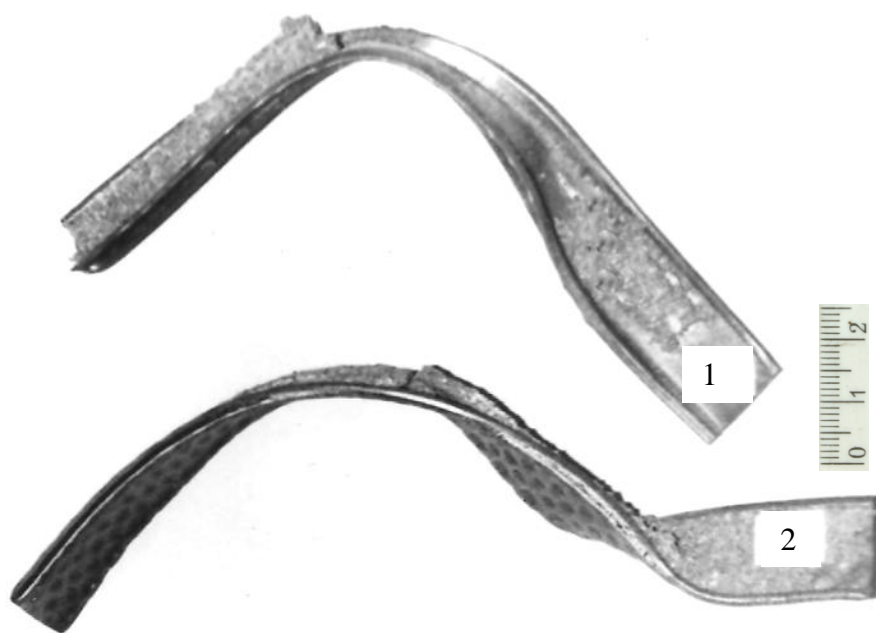


Рис. 2. Образцы порошковых лент после термической обработки с различной степенью уплотнения:  
1 – без обжатия; 2 – усилие 5 кН

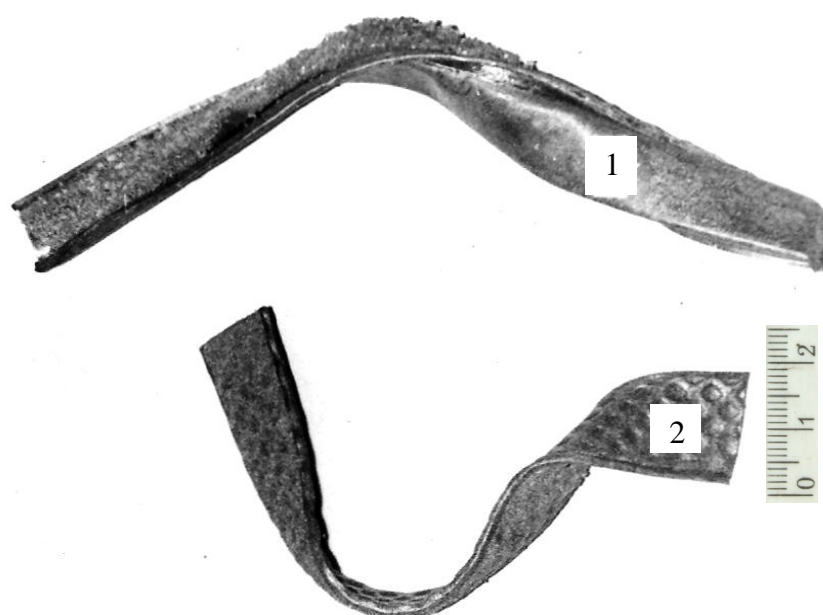


Рис. 3. Образцы порошковых лент после прокатки с различным усилием и термической обработки:

1 – усилие 5 кН; 2 – усилие 20 кН



Рис. 4. Уплотнение сердечника порошковой ленты после прокатки с различным усилием и термической обработки:

1 – усилие 5 кН; 2 – усилие 20 кН

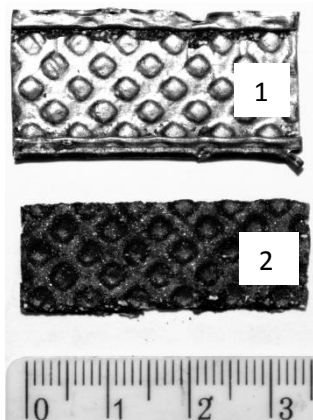


Рис. 5. Фрагмент разобранной порошковой ленты:  
1 – оболочка; 2 – спеченный сердечник с фторопластом-4

После такой обработки порошковой ленты сердечник достаточно уплотняется и не рассыпается при изгибах. Такой характер уплотнения сердечника в оболочке изменяет процесс плавления и переноса электродного металла. Достаточно плотное прессование сердечника в процессе нагрева и плавления порошковой ленты можно объяснить свойствами фторопласта-4. При нагреве в интервале температур 533–600 К фторопласт находится в вязкотекучем состоянии и при этом увеличивается в объеме на 50%, что способствует удержанию компонентов сердечника в оболочке порошковой ленты при ее плавлении и поэтому на торце оплавленных концов ленты видно равномерное плавление оболочки и сердечника. Это подтверждается анализом торцов порошковых лент после наплавки.

### ВЫВОДЫ

Показана возможность уплотнения сердечника в оболочке порошковой ленты введением в его состав полимеров для регулирования переноса электродного металла при наплавке.

На примере фторопласта-4 доказана эффективность его введения в состав сердечника порошковой ленты, где он проявляет свои свойства легко прессуемого компонента и увеличивает объем при нагреве на 50%.

Применяя соответствующую степень обжата порошкового ленточного электродного материала при его изготовлении и термическую обработку, достигается прессуемость компонентов сердечника, что предотвращает самопроизвольное нерегулируемое просыпание сердечника в сварочную ванну при наплавке.

### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Опарин Л.И. Исследование распределения легирующих элементов наплавленном металле / Л.И. Опарин, И.И. Фрумин // Автоматическая сварка. – 1969. – №5. – С. 21–23.
2. Пацкевич И.Р. Особенности легирования металла при наплавке порошковой лентой / И.Р. Пацкевич, Л.А. Хейфец // Автоматическая сварка. – 1970. – №2. – С. 13–15.
3. Чигарев В.В. Порошковая лента для наплавки / В.В. Чигарев, А.Г. Белик // Сварочное производство. – 2011. – №8. – С. 38–44.
4. Жудра А.П. Наплавочные порошковые ленты / А.П. Жудра, А.П. Ворончук // Автоматическая сварка. – 2012. – №1. – С. 39–44.
5. Горяинова А.В. Фторопласты в машиностроении / А.В. Горяинова, Г.К. Божко, М.С. Тихонова. – М.: Машиностроение, 1971. – С. 39–42.
6. Зайцев К.И. Сварка пластмасс / К.И. Зайцев, Л.Н. Мацюк. – М.: Машиностроение, 1978. – 234 с.