

УДК 621.791.927.5

**Чигарев В. В., Белик А. Г., Воленко И. В.**

## **ОСОБЕННОСТИ ПЛАВЛЕНИЯ ПОРОШКОВОЙ ЛЕНТЫ**

Порошковые ленты находят широкое применение для наплавки износостойких легированных и композиционных сплавов. Используются различные виды порошковых лент [1]. Конструктивные особенности порошковой ленты обуславливают характер ее плавления и перенос электродного металла при механизированной электродуговой наплавке.

В процессе плавления порошковой ленты на стадии образования расплавленного металла на торце протекают металлургические реакции между металлом оболочки и сердечником. Чем полнее проходят металлургические реакции на стадии капли, тем более легированными получаются капли электродного металла, что повышает химическую однородность в наплавленном слое. Переход легирующих элементов через стадию капли при наплавке порошковой лентой способствует получению требуемой износостойкой фазы в наплавленном слое – карбиды, бориды и другие соединения.

Порошковые ленты, как правило, имеют более высокий коэффициент заполнения, в сравнении с другими порошковыми электродными материалами. При наплавке композиционного сплава стремятся больше ввести в состав сердечника порошковой ленты упрочняющих частиц (карбидов), чтобы получить в наплавленном слое их требуемое объемное содержание.

Повысить коэффициент заполнения порошкового электрода можно путем послойной подачи шихты в оболочку с уплотнением предыдущего слоя перед засыпкой последующего. При постоянных размерах, формы и конструкции оболочки обеспечивается повышение коэффициента заполнения порошкового электрода до 15 %, что зависит от технологических свойств компонентов шихты.

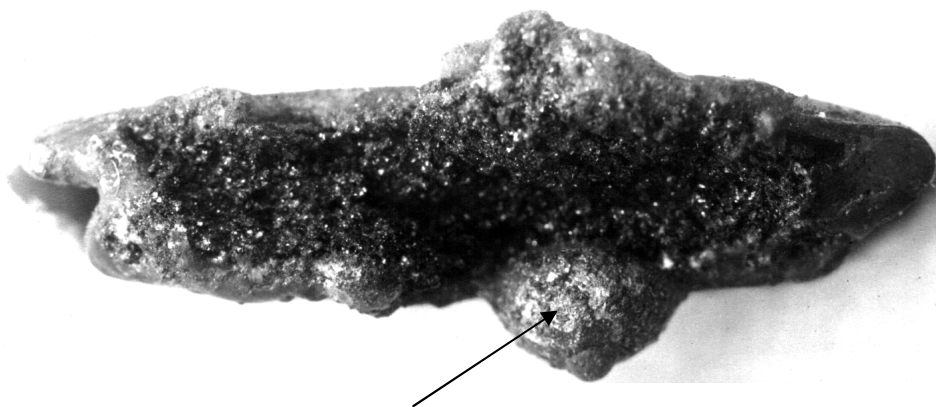
Известно, что электрическое сопротивление сердечника порошковой ленты во много раз превышает сопротивление металла оболочки, поэтому сварочный ток при наплавке порошковой лентой проходит, в основном, по оболочке [2, 3].

Целью работы является проведение исследований по изучению характера горения и перемещения дуги по торцу порошковой ленты. Процесс плавления и перенос электродного металла при наплавке порошковой лентой изучали с помощью скоростной киносъемки.

Для изучения процесса плавления использовали порошковые ленты, содержащие в сердечнике различные компоненты и изготовленные с различной степенью обжатия. Степень совместного обжатия оболочки и сердечника при изготовлении порошковой ленты определялась величиной силы прокатки, которая изменялась от 5 до 30 кН. В наплавленном слое при наплавке обеспечивался композиционный сплав типа релит-мельхиор 60–20–20.

Наплавка производилась на пластины из стали Ст. 3 открытой дугой. Образующиеся газы при плавлении сдувались в сторону с применением вентилятора. Горение и перемещение дуги на торце порошковой ленты при ее плавлении фиксировали скоростной кинокамерой СКС-1М со скоростью съемки 2500 кадров в секунду.

Анализ кинограмм показал, что в каждый момент времени дуга занимает только часть электрода. Оплавление порошковой ленты по ширине происходит вследствие блуждания дуги по периметру ее торца. Перемещение дуги происходит неравномерно. В большинстве случаев дуга перемещается с определенной закономерностью от одного края порошковой ленты ко второму, задерживаясь на замковых соединениях. Время перемещения дуги составляет  $t = 0,0032$  с. Как правило, горит одна дуга и лишь периодически возбуждается и горит одновременно две дуги, время существования второй дуги 0,03–0,04 с, рис. 1.



Капля электродного металла

Рис. 1. Формирование капли электродного металла на торце порошковой ленты

Процесс плавления порошковой ленты характеризуется одновременным переносом металла, как в месте горения дуги, так и с других участков торца ленты, рис. 2. В случае переноса металла с других участков торца порошковой ленты расплавленный металл переходит крупными каплями, которые замыкают межэлектродный промежуток, рис. 3. Перенос расплавленного металла в месте горения дуги осуществляется каплями, которые имеют значительно меньший размер (рис. 3).

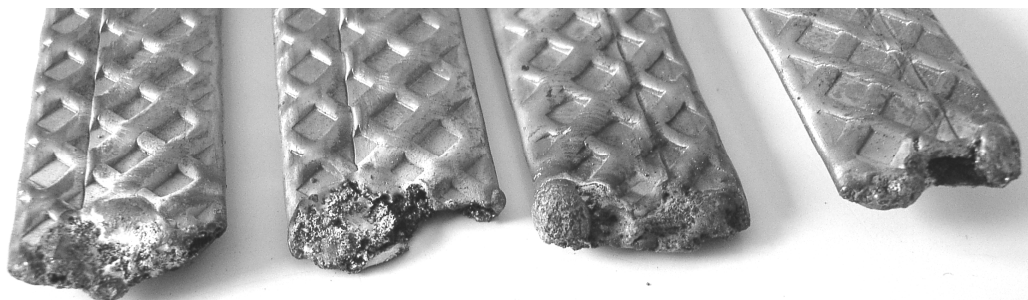


Рис. 2. Характер плавления порошковых лент

Учитывая большую неоднородность компонентов в составе сердечника, различие в их размерах, различную прочность замковых соединений, плавление порошковой ленты происходит выборочно, неравномерно, наблюдается самопроизвольное нерегулируемое поступление части сердечника в расплавленный металл сварочной ванны.

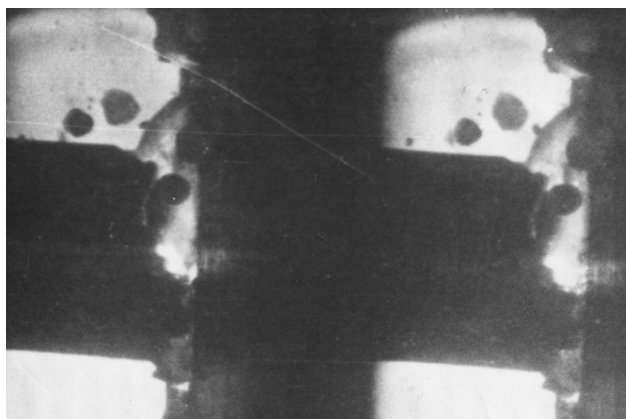


Рис. 3. Переход расплавленного металла через дуговой промежуток

Такой характер переноса электродного металла при наплавке легированных сплавов обуславливает химическую неоднородность в наплавленном слое. При наплавке композиционных сплавов с использованием порошковых лент необходимо, чтобы упрочняющие частицы переходили в наплавленный слой, минуя стадию капли, как можно меньшее время пребывали в дуговом промежутке, поступали в расплавленный металл сварочной ванны в исходном состоянии [3]. При таком процессе переноса электродного металла обеспечивается получение требуемой структуры композиционного сплава рис. 4.

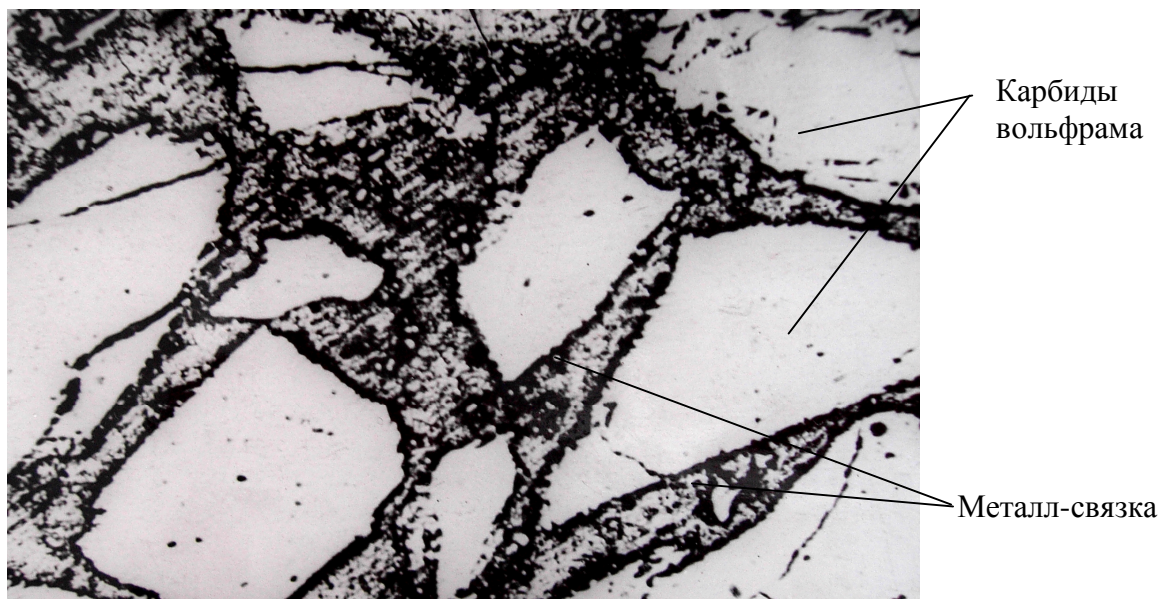


Рис. 4. Микроструктура наплавленного композиционного сплава

Степень совместного обжата оболочки и сердечника при изготовлении порошковой ленты оказывает влияние на состояние частиц сердечника. При прокатке порошковой ленты в двухвалковой клетке стана происходит дробление компонентов сердечника, ослабляются замковые соединения, и происходит расслоение между оболочкой и сердечником, в зависимости от прочности частиц компонентов сердечника и происходит утонение металла оболочки. Все эти изменения приводят к перераспределению сварочного тока на торце порошковой ленты.

## ВЫВОДЫ

При наплавке износостойких сплавов порошковой лентой наблюдается раздельное плавление оболочки и сердечника, что приводит к получению химической неоднородности в наплавленном слое. Для равномерного плавления оболочки и сердечника порошковой ленты необходимо изготавливать порошковую ленту с оптимальной степенью обжата оболочки и сердечника и оптимальным значением коэффициента заполнения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Чигарев В. В. Производство и применение порошковых лент для наплавки износостойких сплавов / В. В. Чигарев // Автоматическая сварка. – 1994. – № 2. – С. 51–52.
2. Опарин Л. И. Исследование распределения легирующих элементов в наплавленном металле / Л. И. Опарин, И. И. Фрумин // Автоматическая сварка. – 1969. – № 5. – С. 21–23.
3. Чигарев В. В. Расчетно-экспериментальная оценка особенностей процесса плавления и переноса электродного металла / В. В. Чигарев, А. Г. Белик, Ю. В. Сергиенко // Автоматическая сварка. – 2006. – № 6. – С. 8–11.