



УДК 621.791.927.5

ОСОБЕННОСТИ ПЛАВЛЕНИЯ ПОРОШКОВЫХ ЛЕНТ С ЭКЗОТЕРМИЧЕСКИМИ СМЕСЯМИ В НАПОЛНИТЕЛЕ

В. В. ЧИГАРЕВ, д-р техн. наук, **Д. А. ЗАРЕЧЕНСКИЙ**, **А. Г. БЕЛИК**, инженеры (Приазов. гос. техн. ун-т, г. Мариуполь)

Представлены результаты анализа влияния экзотермических смесей различного состава в наполнителе порошковых лент на характер плавления электрода и распределение температур на его вылете.

Ключевые слова: износостойкий сплав, наплавленный металл, порошковая лента, наполнитель, экзотермическая смесь, характер плавления, шунтирование тока, тепловой эффект

Порошковые ленты широко применяют при наплавке износостойких сплавов. Однако их технологические возможности в ряде случаев ограничены различными скоростями плавления оболочки и наполнителя, приводящими к снижению качества наплавленного металла.

Результаты исследований [1–4] процессов плавления порошковых лент показали, что температура на их торце недостаточна для полного расплавления сердечника, обеспечивающего переход электродного материала через стадию капли.

При плавлении порошковых электродных материалов наблюдается отставание скорости плавления сердечника от скорости плавления оболочки, что приводит к самопроизвольному поступлению компонентов сердечника в сварочную ванну, причем этот переход не регулируется. Такому процессу перехода компонентов при плавлении порошковых лент способствует тугоплавкость шихтовых компонентов, недостаточная степень совместного обжата оболочки и сердечника и дефицит эффективного тепла для плавления.

В технической литературе причины такого характера плавления порошковых лент изучены недостаточно, что не дает возможности в полной мере реализовать их преимущества.

Целью настоящей работы являлось изучение влияния добавок экзотермических смесей в наполнителе порошковых лент на распределение тепловой энергии при их плавлении.

Проведены исследования по оценке нагрева оболочки и наполнителя порошковой ленты при наплавке, которую выполняли, используя автомат АД-231 с источником питания КИУ-1201. Температуру фиксировали с помощью хромель-алюмелевых термопар диаметром 0,2 мм самопишущими приборами Н-340 и осциллографом К-12-22. Схема крепления термопар показана на рис. 1. Спаи термопары приваривали к оболочке ленты

с помощью конденсаторной точечной сварки. Термопару в шихте в месте спая изолировали. В экспериментах использовали отрезки опытных порошковых лент длиной 1000 мм. Состав наполнителей приведен в таблице. В составе наполнителей выдерживали стехиометрическое соотношение оксидов железа и восстановителей. При этом принималось во внимание, что для начала экзотермических реакций необходима температура не менее 1473...1573 К [5], что имеет место только на торце плавящегося электрода. Наплавку опытными лентами выполняли на постоянном токе обратной полярности $I_d = 700...750$ А при напряжении на дуге $U_d = 30...32$ В и вылете 50 мм.

На рис. 2 показано распределение температуры нагрева в оболочке и наполнителе порошковой ленты при наплавке. Спаи термопар фиксировали на расстоянии 4...6 мм от границы торца элект-

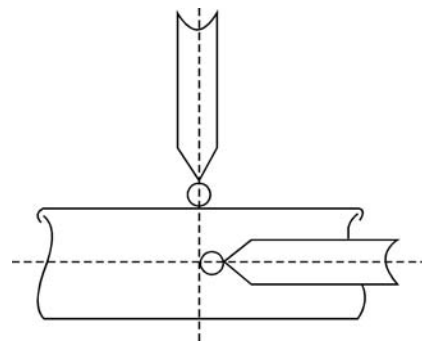


Рис. 1. Схема крепления термопар на порошковой ленте

Состав наполнителей (мас. %) опытных порошковых лент

№ порошковой ленты	Железный порошок	Окалина (гематит)	Алюминиевый порошок
1	—	100,00	—
2	100	—	—
3	75	18,75	6,25
4	50	37,50	12,50
5	25	56,25	18,75
6*	26	44,00	—

* Содержит 30 мас. % ферросплавов.

© В. В. Чигарев, Д. А. Зареченский, А. Г. Белик, 2007

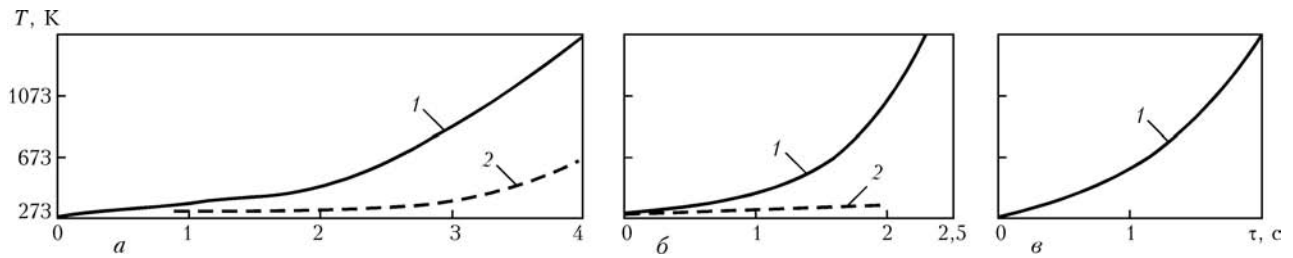


Рис. 2. Распределение температуры нагрева в оболочке (1) и наполнителе (2) порошковой ленты № 1 (а), № 2 (б) и без наполнителя (в)

рода, оплаваемого дугой, с целью предупреждения воздействия ее излучения на термопары.

Установлено, что нагрев оболочки на вылете возможен до температуры 473 К, на расстоянии 8...10 мм от ее торца температура возрастает. После отключения дуги нагрев в торце электрода распространяется до спая термопар и температура в среднем составляет 1473 К. Вместе с оболочкой нагревается и наполнитель.

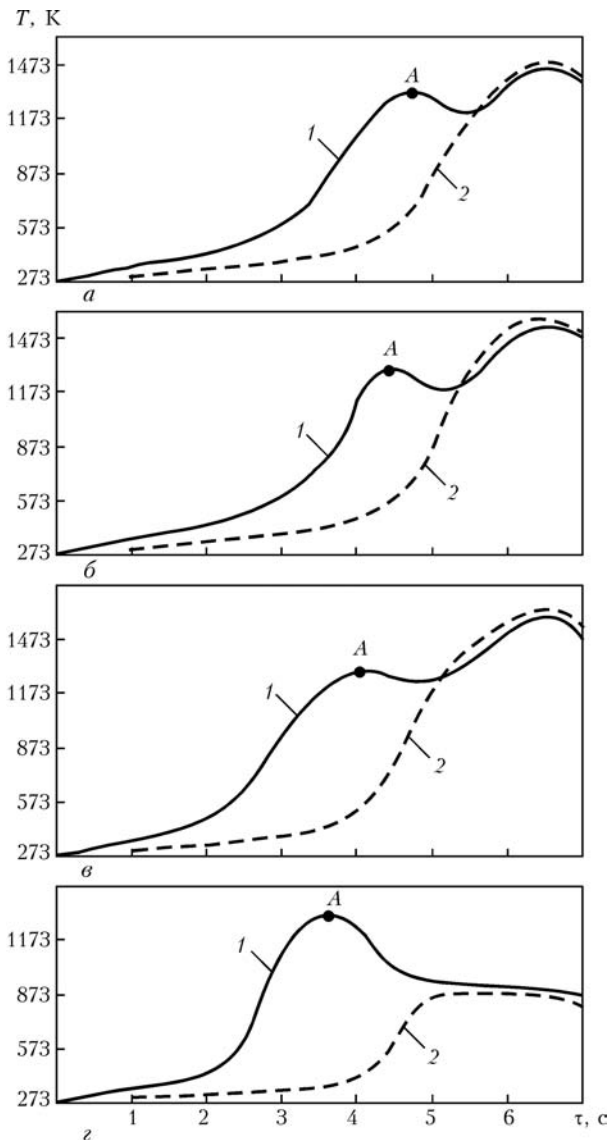


Рис. 3. Влияние состава экзотермических смесей порошковой ленты на распределение температур в ее оболочке (1) и наполнителе (2) соответственно у образцов № 3–6 (а–г)

На вылете температура наполнителя незначительная и только вблизи торца электрода повышается до 373 К. Установлено, что температурные условия для начала экзотермической реакции на вылете отсутствуют.

Из рис. 2 видно, что по мере приближения спаев термопар к дуге градиент температур между оболочкой и наполнителем порошковой ленты увеличивается. Время достижения максимальных температур оболочки сердечника на вылете для порошковой ленты без наполнителя (рис. 2, в) и ленты с окалиной (рис. 2, а) в наполнителе меньше в 2 раза, чем в случае наполнителя из железного порошка (рис. 2, б). Последний нагревается больше, чем наполнитель из гематита, что объясняется шунтированием тока наполнителем, а также его теплопроводностью.

Шунтирование тока наполнителем подтверждается экспериментальными данными [6], свидетельствующими о том, что с увеличением температуры нагрева сопротивление порошковых лент без наполнителя и с наполнителем из гематита увеличивается одинаково, а у лент с наполнителем из железного порошка, отличающихся большей электропроводностью, чем гематит, часть тока протекает через наполнитель, что снижает нагрев оболочки на вылете.

На рис. 3 показано влияние состава порошковых лент, содержащих экзотермические смеси на основе алюминия и ферросплавов, на нагрев оболочки и наполнителя. Определено, что до обрыва дуги наполнитель нагревается мало, а после обрыва (точка А на рис. 3) его температура заметно повышается. Спустя 0,5...1,0 с после обрыва дуги вместо резкого снижения температуры оболочки электрода и наполнителя наблюдается постепенное снижение температуры в оболочке и резкое повышение температуры в наполнителе, что обусловлено протеканием в нем экзореакции.

Характер кривых, полученных при плавлении ленты с экзотермической смесью на основе алюминия в различном количественном соотношении, показал, что с увеличением содержания смеси в наполнителе его температура возрастает за счет большего выделения тепла в результате экзотермических реакций (рис. 3, а–в). Увеличение температуры и скорости нагрева оболочки обуслов-



лено снижением тока шунтирования за счет наличия в наполнителе окислы.

Закономерности нагрева оболочки и наполнителя сохраняются и в случае использования экзотермической смеси с восстановителем из ферросплавов (лента № 6, таблица). При этом характер нагрева наполнителя отличается. Из рис. 3, з видно, что температурный скачок при нагреве наполнителя меньше, чем в случае использования алюминотермитных смесей (ленты № 3...5, таблица). Наполнитель нагревается вблизи плавящегося торца менее чем на 300 К, а после обрыва дуги — до 700 К за счет тепловой энергии реакций.

Полученные данные свидетельствуют о том, что для порошковых лент рассмотренных составов существует градиент температур между оболочкой и наполнителем. Характер нагрева последних при всех составах порошковых лент с экзотермическими смесями примерно одинаков, хотя температура нагрева различная. Результаты исследований показали, что экзотермические смеси на основе оксидов железа с восстановителями алюминием и ферросплавами влияют на нагрев и плавление порошковых лент по-разному. Так, за 3 с плавления электрода оболочка ленты с ферросплавами нагревается до 1000 К. За это же время оболочка ленты с алюминием нагревается до 550 К с шунтированием тока наполнителем. Более высокий температурный скачок в нагреве наполнителя гематит–алюминий свидетельствует о большем выделении тепла в результате экзотермических реакций.

Применение экзотермических смесей на основе гематита и ферросплавов позволит свести к минимуму передачу тепловой энергии от оболочки к наполнителю и повысить показатели плавления порошковых лент.

Тепловой эффект экзореакций можно регулировать за счет содержания экзотермической сос-

тавляющей в наполнителе, а установив оптимальный состав и содержание этой составляющей в наполнителе, регулировать скорость плавления оболочки и наполнителя, обеспечивая их равномерность.

Выводы

1. При введении в состав наполнителя порошковых лент экзотермических смесей на основе оксидов железа обеспечивается протекание реакции на торце электрода, что позволяет предотвратить просыпание частиц наполнителя и повысить качество наплавленного металла.

2. Железная окалина (гематит) в наполнителе порошковых лент снижает шунтирование тока наполнителем и повышает скорость нагрева оболочки лент, что способствует плавлению электрода.

3. Экзотермические смеси в наполнителе различного состава практически не меняют характер нагрева оболочки и наполнителя порошковых лент, но изменяют температуру нагрева и его скорость.

1. Азизова С. А., Лялин К. В. Исследование процесса плавления и переноса электродного металла при сварке порошковой проволокой // Свароч. пр-во. — 1969. — № 8. — С. 8–10.
2. Ерохин А. А., Зеленова В. И., Иоффе И. С. Зависимость реакций между металлом и шихтой сердечника от характеристик порошковой проволоки и режима сварки // Автомат. сварка. — 1978. — № 7. — С. 18–21.
3. Котов Г. Н., Ерохин А. А. Влияние толщины покрытия и металлических присадок в нем на скорость плавления электрода // Там же. — 1968. — № 8. — С. 16–17.
4. Иоффе И. С., Ерохин А. А. Коэффициент расплавления проволоки с железным порошком в шихте // Там же. — 1970. — № 9. — С. 64–65.
5. Раскисление и легирование стали экзотермическими ферросплавами / В. И. Баптизмандский, Е. И. Исаев, В. И. Жигунин, Я. П. Янкелевич. — Киев: Техника, 1970. — 178 с.
6. Зареченский А. В., Лецинский Л. К., Чигарев В. В. Особенности плавления порошковых лент с термитными смесями // Свароч. пр-во. — 1985. — № 8. — С. 39–41.

Results of analysis of the effect exerted by exothermic mixtures of different compositions contained in a flux-cored wire core on the character of melting of electrode and distribution of temperature at its extension are given.

Поступила в редакцию 07.06.2006