

значительное превосходство этой технологии над традиционной наплавкой электродами Т-590.

### **Выводы**

Технология плазменной наплавки порошка Пр-Х18ФНМ может быть успешно применена для упрочнения участков лопастей мельничных вентиляторов и дымососов котельных станций, подверженных интенсивному абразивному изнашиванию.

### **Список информационных источников**

1.Шерстюк А.Н. Насосы, вентиляторы, компрессоры. Учебное пособие для вузов— М.: высшая школа, 1972. — 344 с.

### **ИССЛЕДОВАНИЕ РАВНОМЕРНОСТИ МИКРОСТРОЕНИЯ FE-CR-V-MO-C УПРОЧНЯЮЩЕГО СЛОЯ**

*Панарин П.С., Дегтерёв А.С.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Дегтерёв А.С., ассистент кафедры  
оборудования и технология сварочного производства*

### **Введение**

При необходимости создания упрочняющего слоя шириной более 50 мм, его формирование осуществляется плазменно-порошковой наплавкой с перекрытием двух и более валиков [1]. В таком случае каждый наплавленный за проход объем металла подвергается повторному высокотемпературному нагреву в результате наплавки последующего. Это может способствовать образованию, вблизи границы сплавления смежных валиков, отдельных зон с отличными от основного объема покрытия структурой и свойствами, обеспечивающих избирательное изнашивание упрочненных деталей в ходе эксплуатации. Высокая скорость изнашивания отдельных участков покрытия значительно повышает его общую интенсивность разрушения.

Целью работы: исследование микростроения упрочняющего слоя, полученного плазменной наплавкой порошка Пр-Х18ФНМ в несколько ниточных валиков, нанесенных с перекрытием.

## Материалы и методы исследования

Для наплавки использовалась установка УПН-303УХЛ4. В качестве присадочного материала выступал порошок ПР-Х18ФНМ следующего химического состава (мас. %): 2,1...2,4 С, 17...19 Cr, 2...3 Ni, 7...8 V, 2...2,6 Mo, Fe – основа.

Покрытие наносилось на пластины размером 250x100x10 мм из Стали 20.

Сила тока прямой полярности задавалась равной 220...225 А, скорость подачи порошка устанавливалась на уровне 1,1-1,4 кг/ч, а скорость наплавки назначалась в пределах от 6 до 7 м/ч. Напряжение на дуге принимало значения 35...36 В. В качестве плазмообразующего, транспортирующего и защитного газов применялся аргон высшего сорта.

После наплавки из полученного металла в двух плоскостях вырезались образцы (рисунок 1). В плоскости №1 и 2 исследовалась микроструктура покрытий. Анализ микроструктуры производился с помощью оптического микроскопа Olympus GX 51. Для выявления мартенсита применялся следующий реактив: 20 мл. HCl; 1 г. CuCl<sub>2</sub>; 15 мл. H<sub>2</sub>O; 65 мл. C<sub>2</sub>H<sub>5</sub>OH. Для анализа эвтектических карбидов использовался водный раствор красной кровяной соли и гидроокиси калия: 8,3 мг. K<sub>3</sub>[Fe(CN)<sub>6</sub>]; 8,3 мг. KOH; 83,4 мл. H<sub>2</sub>O.

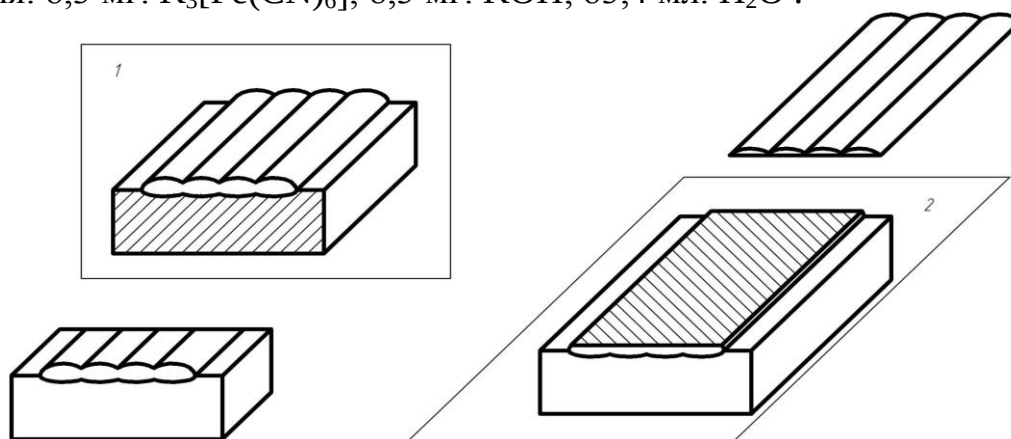


Рисунок 1

Исследования фазового состава наплавленных покрытий проводились на дифрактометре Shimadzu XRD 6000 с фильтрованным  $\text{Co}_{K\alpha}$  – излучением в режиме сканирования в интервале углов  $2\theta$  от 48° до 55°, с шагом 0,1°. При проведении качественного фазового анализа использовались хорошо известные картотеки. Для количественного фазового анализа использовались значения интегральной интенсивности дифракционных максимумов (111)  $\gamma$ -фазы и (110) для  $\alpha$ -фазы.

## Результаты и обсуждение

В рассматриваемой наплавке было обнаружено 5 зон (рисунок 2).

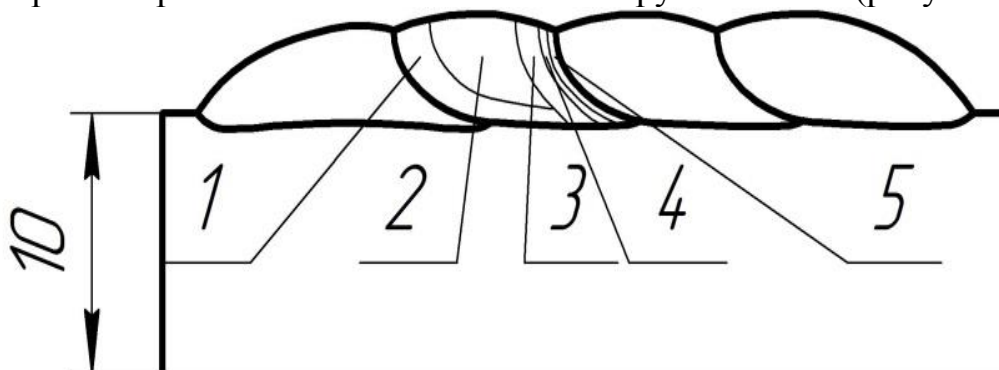
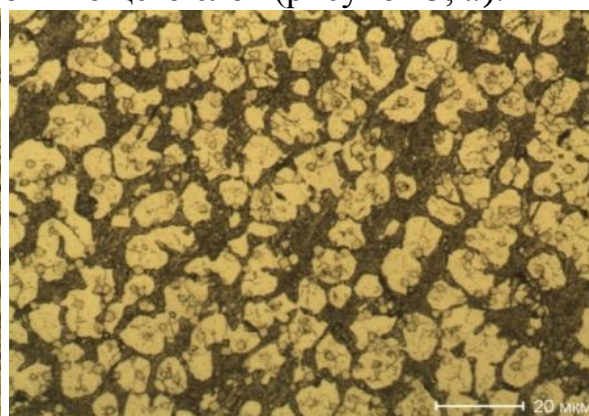
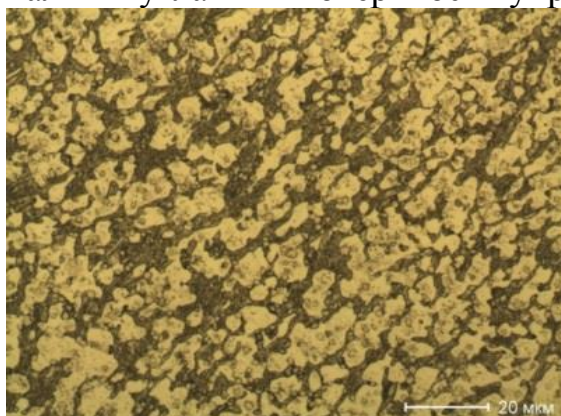
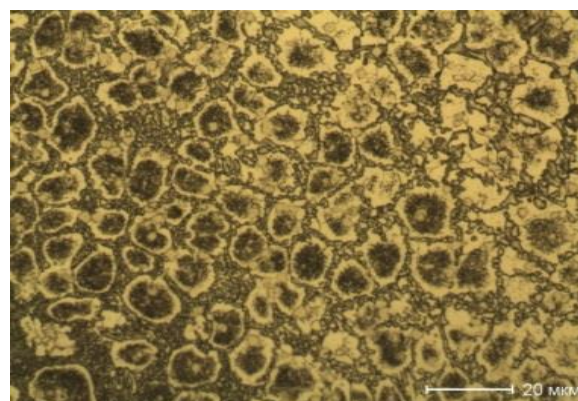
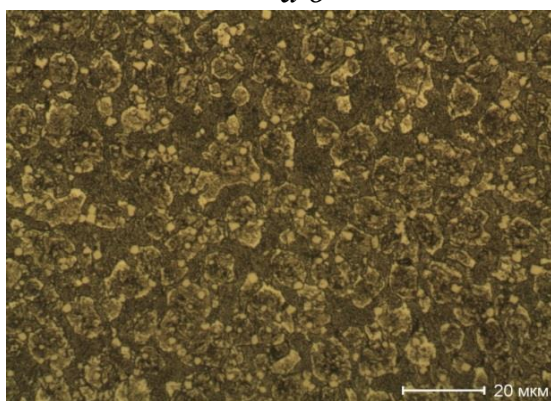


Рисунок 2

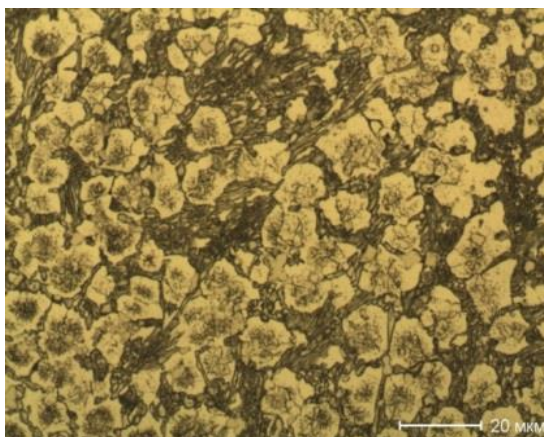
В зоне №1 наплавленный металл кристаллизуется в условиях максимального переохлаждения и характеризуется высокой дисперсностью карбида ванадия и упорядоченным расположением эвтектического карбида  $M_7C_3$ , главные оси которого ориентированы под малыми углами к поверхности упрочняющего слоя (рисунок 3, а).



а б



в г



д

Рисунок 3

Зона №2 (рисунок 3, б) содержит в структуре разориентированную эвтектику  $M_7C_3$  и более крупные, чем в зоне 1 частицы карбида ванадия.

По данным РФА матрица в пределах рассмотренного объема валика (зоны №1 и 2) представлена остаточным аустенитом и легированным мартенситом. Соотношение между  $\alpha$  и  $\gamma$ - твердыми растворами в ней принимает следующие значения: 8...30/92...70.

Зоны №3, 4, 5 формируются в результате повторного высокотемпературного нагрева покрытия в ходе выполнения следующего прохода.

В 3-й (рисунок 3, в) температурно-временной интервал обеспечивает выделение из насыщенного карбидообразующими легирующими элементами аустенита вторичных карбидов, повышение температуры начала мартенситного превращения и превращение большей части  $\gamma$ -твердого раствора в мартенсит. Суммарная доля мартенсита в матрице здесь достигает 70...85 %. Ширина зоны №3 2...2,5 мм. Три первые описанные области наплавленного покрытия занимают практически весь его объем (до 95 %). На зону три приходится 25...35 % объема покрытия.

В зоне №4 (рисунок 3, г) шириной от 80 до 150 мкм отмечается коагуляция эвтектического карбида  $M_7C_3$ .

В зоне №5 (рисунок 3, д) шириной от 160 до 250 мкм карбид  $M_7C_3$  полностью растворяется и выпадает вновь в виде крупной ориентированной в направлении теплоотвода сетки по границам зерен матрицы.

В пределах каждого из описанных пяти участков частицы карбида VC распределяются как внутри, так и по границам зерен, а эвтектический карбид  $M_7C_3$  только по границам зерен матрицы.

## **Выводы**

Существенные различия в микростроении Fe-Cr-V-Mo-C покрытия, полученного плазменной наплавкой в несколько ниточных валиков, нанесенных с перекрытием, позволяют предполагать значительную неоднородность его разрушения в ходе абразивного и газоабразивного изнашивания.

## **Список информационных источников**

1. Гладкий П.В. Плазменная наплавка – Киев: Экотехнология, 2007. - 292 с.

## **ВЛИЯНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ НА СТАБИЛЬНОСТЬ ПРОЦЕССА СВАРКИ ПОКРЫТЫМИ ЭЛЕКТРОДАМИ**

*Раев И.В.*

*Томский политехнический университет, г. Томск*

*Научный руководитель: Киселев А.С. к.т.н., зав. кафедрой  
оборудования и технология сварочного производства*

В настоящее время все большую популярность обретают сварочные выпрямители инверторного типа, т.к. они имеют значительно меньшие габаритные размеры и вес и обладают высокими динамическими свойствами.

Цель настоящей работы — экспериментально подтвердить предположение о том, что динамические характеристики источника питания в значительной степени влияют на стабильность процесса сварки покрытыми электродами.

Одним из основных показателей качества процесса дуговой сварки плавящимся электродом является его стабильность, с которой тесно связаны такие показатели, как разбрызгивание и формирование сварного шва. В качестве критерия стабильности процесса сварки покрытыми электродами предложено использовать среднеквадратичное отклонение времени каплеобразования или частоты коротких замыканий, которое указывает на интенсивность интегрального саморегулирования. Чем больше величина среднеквадратичного отклонения выбранных параметров при сварке, тем интенсивнее осуществляется интегральное саморегулирование, выше коэффициент разбрызгивания и, как следствие, ниже стабильность процесса. Таким