

И.З. Логинов, И.К. Игнатик,  
Е.И. Чернобрисов

## ИЗМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА НАПЫЛЕННЫХ ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

Плавку порошка при напылении плазмой можно рассматривать как микрометаллургический процесс отдельных его частиц. Так как порошок имеет развитую поверхность, большое значение имеет газовая среда, в которой происходит этот процесс. В зависимости от нее и вида напыляемого материала в частице порошка происходит растворение или удаление газов, окисление или угар отдельных элементов.

Наиболее вредное воздействие на окисление и угар элементов оказывает кислород. С ростом дистанции напыления растет и содержание кислорода в струе плазмы. На расстоянии 60 – 80 мм от среза сопла в плазме аргона оно практически равно содержанию кислорода воздуха. Действие защитной атмосферы из плазмообразующего газа весьма ограничено. Таким образом, на дистанциях, часто используемых при напылении (80–150 мм), полет частиц и формирование напыляемой поверхности происходит в атмосфере воздуха.

Изменение химического состава после напыления исследовали в никельборхромистых порошках типа ПГ-ХН80СР2, железа ПЖ1М и нержавеющей стали ОХ18Н9Т. Содержание элементов определяли аналитическим методом в исходных порошках, после напыления в воду на дистанции 150 мм и на свободную поверхность с дистанции 2500 мм.

Напыление в воду производилось с целью фиксации химического состава порошка на дистанции, при которой обычно идет процесс напыления. При напылении на свободную поверхность частицы порошка затвердевают и охлаждаются до температуры окружающего воздуха. На их поверхности проходят все возможные в атмосфере воздуха реакции.

Порошки напыляли плазменной горелкой УМП-68 мощностью 25 квт, с диаметром сопла 8 мм. Материал вводился через три отверстия диаметром 3 мм на расстоянии 12 мм выше среза сопла.

В никельборхромистых порошках исследовалось влияние плазмы технического азота на содержание углерода, кремния и азота (табл. 1). В техническом азоте присутствовало до 0,5% кислорода и 80% влаги.

Как видно из табл. 1, угар углерода и кремния имеет место во всех порошках, а содержание общего азота уменьшается.

Таблица 1

| Вид обработки<br>порошков   | Марка порошков           |      |       |            |      |       |            |      |       |
|---|--------------------------|------|-------|------------|------|-------|------------|------|-------|
|   | ПГ-ХН80СР2               |      |       | ПГ-ХН80СР3 |      |       | ПГ-ХН80СР4 |      |       |
|   | Содержание элементов в % |      |       |            |      |       |            |      |       |
|   | С                        | Si   | N     | С          | Si   | N     | С          | Si   | N     |
| Исходный порошок  | 0,76                     | 2,84 | 0,069 | 0,5        | 3,34 | 0,077 | 0,7        | 3,47 | 0,08  |
| Порошок, напыленный в воду  | 0,74                     | 2,74 | 0,064 | 0,48       | 0,27 | 0,056 | 0,63       | 3,34 | 0,076 |
| Порошок, напыленный на<br>свободную поверхность                   | 0,62                     | 2,10 | 0,045 | 0,4        | 3,20 | 0,07  | 0,6        | 3,27 | 0,063 |
| Угар элементов в % при<br>напылении на свободную по-<br>верхность | 18,4                     | 26,6 | 34,7  | 20,0       | 4,1  | 38,9  | 14,2       | 5,7  | 21,2  |

Количество бора в порошке ПГ-ХЕ80СР4 (исходное содержание 2,3%) после напыления в воду и на свободную поверхность снижается на 35-38%.

Железный порошок исследовался на общий азот и кислород при напылении смесью газов аргон и 15% аммиака, химически чистым и техническим азотом (табл. 2). Содержание азота в исходном железе составляло 0,17% и кислорода - 1,0%.

Таблица 2

| Метод напыления                    | Вид плазмообразующего газа | Содержание газов, % |           |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------|-----------|
|                                    |                            | азота               | кислорода |
| Напыление в воду                   | Аргон + 15% аммиака        | 0,12                | 4,7       |
|                                    | Химически чистый азот      | 0,095               | 7,6       |
|                                    | Технический азот           | 0,16                | 20        |
| Напыление на свободную поверхность | Азот + 15% аммиака         | 0,17                | 10,0      |
|                                    | Химически чистый азот      | 0,036               | 7,0       |
|                                    | Технический азот           | 0,04                | 19,0      |

Содержание азота в железе уменьшается при напылении всеми газами, а содержание кислорода в железе находится в виде окислов. Меньше окислов присутствуют в порошках, напыленных смесью аргона и аммиака и больше в порошках, напыленных техническим азотом.

В табл. 3 показано содержание общего азота в порошке ОХ1 8Н9Т после напыления. В исходном состоянии в нем содержалось 0,1% азота.

Таблица 3

| Метод напыления                    | Вид плазмообразующего газа | Содержание азота, % |
|------------------------------------|----------------------------|---------------------|
| Напыление в воду                   | Аргон + 15% аммиака        | 0,25                |
|                                    | Чистый азот                | 0,14                |
|                                    | Технический азот           | 0,37                |
| Напыление на свободную поверхность | Аргон + 15% аммиака        | 0,28                |
|                                    | Химически чистый азот      | 0,13                |
|                                    | Технический азот           | 0,19                |

Анализ показал, что в порошке ОХ1 8Н9Т содержание азота увеличивается при напылении всеми газами. Насыщение азотом

можно объяснить содержанием в напыляемых материалах титана, хрома, марганца, способных растворять в себе азот, причем титан стоит первым по способности к поглощению азота.

Следует отметить, что при других режимах напыления угар элементов и растворимость газов может меняться. Изменение химического состава напыленных порошков связано с видом плазмообразующего газа, перегревом частиц, а также зависит от химического состава напыляемых порошков, что следует учитывать при разработке технологии плазменного напыления.

В.Н. Бахирев, В.Н. Надежкин

## ВЫБОР АППАРАТОВ ОЧИСТКИ ДЛЯ ПЛАВИЛЬНЫХ АГРЕГАТОВ

Отраслевой научно-исследовательской лабораторией по очистке газовых выбросов плавильных агрегатов (НИЛОГАЗ) ВПИ путем анкетного опроса было обследовано 89 литейных цехов предприятий тракторного и сельскохозяйственного машиностроения, занимающего ведущее место в стране по выпуску литых заготовок.

Данные по использованию плавильных установок отражены в табл. 1.

Результаты обследования свидетельствуют о том, что наиболее распространенными плавильными агрегатами в данной отрасли являются вагранки и дуговые печи. Вместе с тем именно они представляют собой основные источники пылегазовых выбросов литейных цехов. Практически все действующие вагранки и дуговые печи не имеют в настоящее время установок, обеспечивающих эффективную очистку отходящих газов. Таким образом, разработка и внедрение систем очистки для этих плавильных агрегатов является в настоящее время неотложной задачей.

Главными факторами, определяющими выбор очистной установки, служат: эффективность пылеулавливания, капитальные и эксплуатационные затраты, долговечность и надежность в работе, потребность в производственных площадях.

Существующие пылеуловители тонкой очистки подразделяются на три класса: тканевые фильтры, электрофильтры и аппараты мокрой очистки. Однако тканевые и электрофильтры требуют высоких капитальных затрат, предварительного охлаждения газов, больших площадей, при этом они довольно сложны в об-