

Анализ порошковых материалов для напыления

PhD доц. А.А. Юсупов, Б.К. Абдуллаев
Ташкентский государственный технический университет
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Некоторые твердые и хрупкие металлы и сплавы для напыления, а также химические соединения, из которых обычными способами невозможно изготовить проволоку или прутки, могут поставляться в виде порошков. Порошковые материалы экономически более выгодны, поскольку изготовление проволоки или прутков из твердых и хрупких материалов требует дорогостоящих специальных способов. Практически любой напыляемый материал можно изготовить в виде порошка.

Плазменное, детонационное и газопламенное напыление некоторыми материалами может быть осуществлено только путем использования порошковых материалов.

Форма, гранулометрический состав, сыпучесть порошковых напыляемых материалов оказывают влияние на технологические параметры процесса напыления и свойства получаемых покрытий. Размер частиц порошка следует выбирать в зависимости от характеристик источника тепловой энергии (горелки) и теплофизических свойств напыляемого материала температуры плавления, удельной теплоемкости, плотности и других параметров.

Применение мелкодисперсного порошка обычно способствует повышению плотности напыляемого покрытия. Недостаток такого покрытия заключается в том, что в нем содержится большое количество оксидов, образовавшихся в результате перегрева частиц при движении в высокотемпературном потоке газа.

При напылении порошка, состоящего из смеси частиц разного размера, однородность покрытия нарушается из-за большого различия между крупными и мелкими частицами по степени расплавления и скорости их движения в напылительной струе. Для напыления обычно используют порошки, подобранные по грануляции таким образом, чтобы размеры их не выходили за пределы 44—74 мкм. В последнее время при напылении мощными плазменными горелками используют мелкие порошки с размером частиц в несколько микрометров.

Металлы и сплавы. Ниже перечислены металлы и сплавы, применяемые для напыления:

1) алюминий используют для защиты черных металлов от коррозии; при нагреве за счет диффузии алюминия в основной металл образуется упрочненный слой, стойкий к окислению при высокой температуре. Плазменное напыление порошка алюминия используют для образования электропроводного покрытия;

2) цинк обеспечивает защиту черных металлов от коррозии (в Японии практически не применяют);

3) сплавы цинка с алюминием напыляют для получения антикоррозионных покрытий. При высоком содержании алюминия (~50%) эти сплавы малопластичны, из них трудно изготовить проволоку волочением, для напыления такие сплавы используют в виде порошка;

4) медь и ее сплавы обычно применяют для наплавки, напылением наносят только электропроводные покрытия;

5) молибден используют в качестве подслоя перед последующим нанесением на него желаемого материала. Кроме того, он пригоден для повышения износостойкости и коррозионной стойкости к соляной кислоте. Напыление порошка молибдена осуществляют плазменным способом;

б) вольфрам — наиболее тугоплавкий из всех металлов. Его необходимо применять в чистом виде при незначительном содержании примесей, особенно железа. Он интенсивно окисляется на воздухе при сравнительно невысокой температуре. В инертной и восстановительной среде может выдерживать высокую температуру. Вольфрамовое покрытие имеет хорошее сцепление с керамическими поверхностями. При плазменном напылении получают вольфрамовое покрытие, значительно превосходящее соответствующие покрытия, наносимые

электролитическим или вакуумным (сублимационным) способом;

7) коррозионно-стойкая сталь и нихром используют как напыляемый материал не только в форме проволоки, но и виде порошка, который имеет некоторые специфические особенности. Покрытие из коррозионно-стойкой стали обладает антикоррозионными свойствами и износостойкостью. Нихромовые покрытия являются антикоррозионными и жаростойкими. При напылении керамики и других материалов слой нихрома может быть использован как подслой;

8) прочие сплавы — сплав олова со свинцом (баббит) и антифрикционную свинцовистую бронзу можно применять в виде порошка и проволоки. Оба сплава используют в подшипниках.

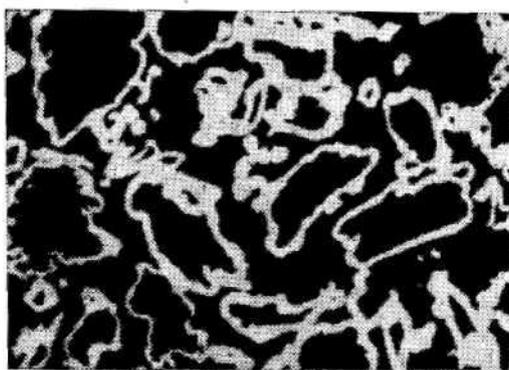


Рисунок 1 - Частицы плакированного порошка, состоящего из никеля (82%) и алюминия (18%)

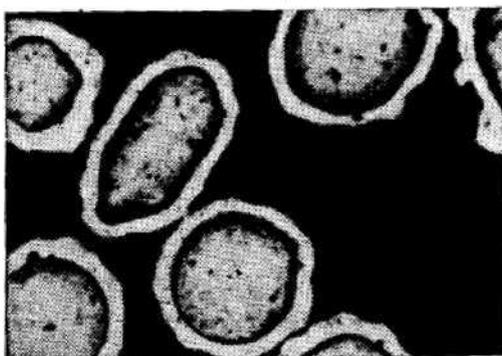


Рисунок 2 - Частицы плакированного порошка, состоящего из никеля (85%) и графита (15%)

Самофлюсующиеся сплавы. Нанесение покрытий из самофлюсующихся сплавов и последующее их оплавление позволяет получить слои без пор и с высокой плотностью. Покрытия из самофлюсующихся сплавов можно использовать и без последующего оплавления. Самофлюсующиеся сплавы представляют собой сплавы на основе никеля, хрома и никеля или кобальта, содержащие добавки бора и кремния. Покрытия из этих сплавов обладают высокими износостойкостью, коррозионной стойкостью и стойкостью к окислению в воздушной среде при высоких температурах. Из-за низкой пластичности эти сплавы поставляют для напыления в виде порошков.

В таблице ниже показан состав некоторых порошков:

Таблица 1

Марка сплава	C	B	Si	Ni	Cr	Fe	Прочие элементы	Твердость HRC
ПГ-10Н-01	0,6-1	2,8-3,4	4-4,5	Основа	14-20	34	-	55-62
ПГ-10Н-04	До 0,1	1,2-1,8	2,3-2,8	»	-	0,2-0,6	-	HRB 89-96
ПГ-12Н-01	0,3-0,6	1,7-2,5	1,2-3,2	»	8-14	1,2-1,3	-	35-40

ПГ-12Н-02	0,4-0,8	24	3-5	»	10-16	3-5	-	45-50
ПГ-12Н-03	0,5-1,5	2,5-4,5	3,5-5,5	»	12-18	3,5-5	-	55-62
ПТ-НА-01	-	-	-	»	-	-	4-5 Al	-
ПТ-19Н-01	0,3-0,6	1,7-2,5	1,2-3,2	»	3,914	1,2-3,2	0,8-1,3 Al	35-40
ПГ-19М-01	-	-	-	-	-	4	Си - основа, 8,5-10,5 Al	HRB 65-70
ПГ-СРЗ	0,4-0,7	2-2,8	2,5-3,5	Основа	13,5-16,5	5	-	48-52

Порошки ПГ-12Н-01, ПГ-12Н-02, ПГ-10Н-01 составлены на никелевой основе системы Ni-Cr-B-Si-C-Fe. Твердость регулируется содержанием С, В, Cr. Напыленные соединения имеют низкий коэффициент трения, высокую допустимую рабочую температуру (до 800°С); их применяют для напыления и напыления с оплавлением при восстановлении деталей из углеродистых, коррозионно-стойких сталей, чугуна: типа «вал», поршневых насосов, фасок клапанов, шеек коленчатых валов, толкателей. При твердости до HRC 40 покрытия обрабатывают резанием, свыше HRC 40 - шлифованием.

Порошки ПГ-10Н-03, ПГ-10Н-04 системы Ni-B-Si низкоуглеродистые, отсутствие в их составе хрома значительно снижает их твердость. Нанесенные покрытия обладают высокой коррозионной стойкостью, хорошо сопротивляются ударным нагрузкам. Их применяют для восстановления посадочных мест под подшипники, зубчатых колес, кулачковых муфт, штампового инструмента. Покрытия хорошо обрабатываются резанием.

Порошок ПС-12НВК-01 (HRC 57-64) состоит из композиции: порошок ПГ-10Н-01 (65%) + порошок карбида вольфрама WC (35%). Покрытия этой композиции обладают высокой износостойкостью. Их применяют для восстановления подвижных и неподвижных соединений. Покрытие обрабатывают шлифованием. Отечественные предприятия НПО «Тулачермет», ТЗНТС по согласованию с заказчиком могут изготавливать порошки различной грануляции (20-800 мкм). Для напыления применяют порошки с размером частиц не более 200 мкм.

Порошки ПН70Ю30 (температура плавления 1600°С), ПН85Ю15 и ПТ88Ю35 (температура плавления 1400°С) применяют в качестве жаро и износостойких покрытий, пригодных для работы в окислительных и щелочных средах, для защиты труб, деталей металлоконструкций различного оборудования, для восстановления посадочных мест валов. Прочность сцепления покрытий со сталью составляет 35-45 МПа. Покрытие обрабатывается точением и шлифованием.

Порошок ПН55Т45 (температура плавления 1240°С) применяют как износостойкое покрытие для деталей типа «вал». Он обладает высокой стойкостью в щелочных и окислительных средах. Прочность сцепления покрытия со сталью составляет 45-50 МПа. Покрытие обрабатывается шлифованием.

Порошок ПТ65Ю35 (температура плавления 1460°С) используют главным образом в качестве жаростойкого покрытия. Прочность сцепления 40-50 МПа. Покрытие обрабатывается точением, шлифованием.

Кроме порошков, при напылении применяют электродные проволоки разных марок, главным образом износостойкие.

Список использованных источников

1. Методика проведения лабораторных исследований процесса плазменной наплавки / В.А. Шахов, П.Г. Учкин, М.Г. Аристанов [и др.] // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2020. № 6 (86).
2. Иванов А.С., Колмакова Т.Г. Исследование лазерной наплавки чугуна подачей порошка ПГ-ФБХ-6-2 в зону оплавления // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 3 (77).
3. Иванов А.С., Колмакова Т.Г. Исследование качества покрытия чугуна при лазерной

наплавке порошком ПГ-УС25 // Известия Оренбургского государственного аграрного университета. 2019. № 4 (78)

5. Наплавка и напыление / Хасуи А., Моригакио О.// Машиностроение, 1985.-240 с.

6. <http://delta-grup.ru/bibliot/>