

## МЕТОД ХОЛОДНОГО ГАЗОДИНАМИЧЕСКОГО НАПЫЛЕНИЯ

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Иванов И.А.*

Метод холодного газодинамического напыления (ХГН) используется с целью восстановления поверхности изделий, упрочнения и защиты металлов от коррозии, повышения тепло- и электропроводности и т.д. Технология ХГН расширяет возможности газотермического напыления и позволяет формировать покрытия при пониженных температурах, что весьма важно для изделий и материалов, не допускающих воздействия высоких температур.

Технологии газотермического и газодинамического напыления используются для нанесения покрытий на поверхность металлов и изделий. Объединяет оба этих метода то, что для покрытия используются порошковые материалы. Но, при газотермическом напылении попадающие на подложку частицы имеют высокую температуру, обычно выше температуры плавления материала. В газодинамической технологии на подложку наносятся частицы с более низкой температурой, но имеющие очень высокую скорость (500...1000 м/с).

Распыляемые материалы – полимеры, карбиды, металлы – образуют термобарьерные, износо- и коррозионностойкие покрытия, которые выдерживают воздействия химически активных сред, высокие тепловые нагрузки. В качестве напыляемых (расходных) материалов используются мелко- и ультрадисперсные порошки с размером частиц 0,01-0,5 мкм.

Технология.

Суть метода состоит в нанесении на обрабатываемую поверхность порошков металлов (или их смесей с керамическими

порошками) с помощью сверхзвуковых потоков воздуха. Частицы напыляемого порошка ускоряются сверхзвуковой струей газа и направляются на покрываемую поверхность. При этом температура процесса существенно меньше температуры плавления материала частиц.

Структура покрытий представляет собой однородный металлический слой (в случае чисто металлических покрытий, создаваемых из одного металла) или металлический слой, структурированный частицами другого металла или керамики. Возможно нанесение нескольких слоев разнородных покрытий различных (заданных) толщин каждого из слоев.

Оборудование.

Конструкция оборудования обеспечивает создание воздушного сверхзвукового потока, введение в этот поток частиц напыляемого порошкового материала и ускорение этих частиц до скоростей, достаточных для эффективного формирования металлических покрытий с высокими эксплуатационными характеристиками.

К настоящему времени выпускается несколько модификаций оборудования для ручного или автоматизированного нанесения покрытий.

Преимущества и недостатки газодинамического метода

По сравнению с термическими способами, газодинамический метод обладает рядом преимуществ:

- Покрытие наносится в воздушной атмосфере при нормальном давлении, при любых значениях температуры и влажности атмосферного воздуха;
- При нанесении покрытий оказывается незначительное тепловое воздействие на покрываемое изделие (изделие в зоне нанесения покрытия не нагревается выше 100-150 °С), что исключает возникновение внутренних напряжений в изделиях и их деформацию, а также окисление материалов покрытия и детали;

– Технология нанесения покрытий экологически безопасна (отсутствуют высокие температуры, опасные газы и излучения, нет химически агрессивных отходов, требующих специальной нейтрализации);

– При воздействии высокоскоростного потока напыляемых частиц происходит очистка поверхности от технических загрязнений, масел, красок и активация кристаллической решетки материала изделия;

– Поток напыляемых частиц является узконаправленным и имеет небольшое поперечное сечение. Это позволяет, в отличие от традиционных газотермических методов напыления, наносить покрытия на локальные (с четкими границами) участки поверхности изделий;

– Возможно нанесение многокомпонентных покрытий с переменным содержанием компонентов по его толщине;

– Возможно нанесение различных типов покрытий с помощью одной установки;

– Возможно использование оборудования не только в стационарных, но и в полевых условиях.

Единственным недостатком газодинамического напыления является возможность нанесения покрытий только из относительно пластичных металлов, таких как медь, алюминий, цинк, никель и др.

Область применения.

Ремонт дефектов деталей из легких сплавов  
Устранение повреждений деталей из легких сплавов, прежде всего алюминиевых или алюминиевомагниевого сплава, возникающих как в процессе их производства, так и в процессе эксплуатации, является наиболее эффективным направлением применения этой технологии. Важно подчеркнуть, что низкая энергетика процесса позволяет устранять дефекты и повреждения даже тонкостенных деталей, восстановление которых другими способами оказывается просто невозможным. Причина

этого – отсутствие нагрева обрабатываемой детали (деталь не нагревается выше 100-150°С), а следовательно, и отсутствие окисления напыляемого материала и подложки, отсутствие тепловых деформаций изделия и внутренних напряжений.

Устранение механических повреждений. Повреждения деталей, сопровождающиеся изменением геометрических размеров, возникают как в процессе производства, так и в процессе эксплуатации деталей в составе механизмов. Эти повреждения, связанные с уносом массы металла – коррозионные повреждения, износ, сколы, прогары, трещины, пробойны и др.

Технология газодинамического напыления используется для устранения таких повреждений при выполнении ремонтно-восстановительных работ автотракторной, авиационной, железнодорожной, военной техники, сельскохозяйственных машин, технологического оборудования и т.п. Отдельным направлением применения технологии является восстановление геометрических размеров деталей и узлов газоперекачивающих аппаратов магистральных газопроводов.

УДК 621

Скавыш И.А.

## **ЭЛЕКТРОДУГОВОЙ СПОСОБ НАНЕСЕНИЯ ПОКРЫТИЙ**

*БНТУ, Минск*

*Научный руководитель: Латушкина С.Д.*

В зависимости от источника энергии для нагрева и транспортировки частиц материала покрытия различают следующие способы напыления: электродуговое, газопламенное, высокочастотное, плазменное, детонационное и упрочнение конденсацией металла с ионной бомбардировкой.

На примере был рассмотрен процесс электродугового напыления покрытий (рисунок 1).