

6 Комбинированные методы обработки поверхности

В современном производстве повышение эксплуатационных характеристик деталей за счет обработки поверхности нашли широкое применение. Обзор методов упрочнения поверхности и нанесения упрочняющих и защитных покрытий, проведенный в предыдущих разделах, показывает, что данные методы позволяют достаточно успешно решать проблемы повышения надежности и увеличения срока службы деталей, работающих в самых разных условиях. Этому способствует широкий выбор материалов, используемых для нанесения покрытий (металлы, сплавы с особыми свойствами, керамики, эмали) и, наконец, создание различных композиций на поверхности, т.е. получение покрытий из композиционных материалов.

При упрочнении поверхности без образования покрытия требуемые свойства модифицированной поверхности получают за счет изменения структуры, фазового состояния и химического состава поверхностного слоя деталей. Многолетний опыт показал, что практически нет каких либо ограничений при выборе дополнительных элементов, вводимых в поверхностный слой (ХТО, диффузионная металлизация, ионная имплантация). Это позволяет либо проводить целенаправленное легирование материала поверхностного слоя, либо формировать в поверхностном слое структурное изменение материала (вводить дефекты кристаллической решетки, обеспечивать выделение второй фазы в т.ч. карбиды, нитриды и т.д.).

Дополнительные возможности получения поверхности деталей с заданными свойствами открываются при использовании комбинированных методов упрочнения. В основе данного подхода лежит идея комплексного использования достоинств и нивелирование недостатков разных методов при одновременном или последовательном проведении различных технологических процессов.

Первым шагом в этом направлении было совмещение двух различных процессов – поверхностной закалки и поверхностного деформационного упрочнения. Применительно к стали термомеханическая обработка (ТМО) заключается в наклепе аустенита с последующим его превращением. В результате сталь упрочняется, как за счет мартенситной реакции, так и за счет дополнительных дефектов структуры, унаследованных мартенситом от деформированного аустенита.

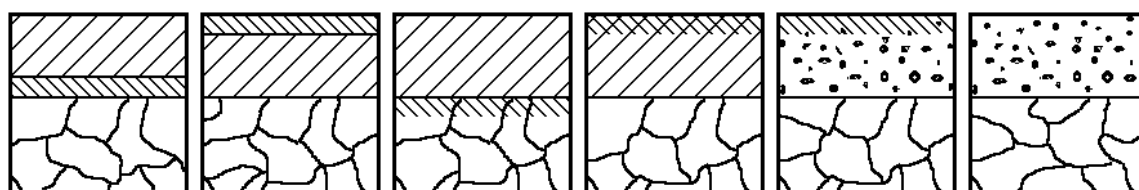
Другим примером данного подхода является объединение двух процессов при химико-термической обработке – цементации и азотирования. Цианирование или нитроцементация позволяют получать на поверхности карбонитридный слой $Fe_3(N, C)$, обладающий хорошим сопротивлением износу и менее хрупкий, чем чистые карбиды (Fe_3C) или нитриды (Fe_2N). По сравнению с цементированным, цианированный слой обладает большей твердостью, лучшим сопротивлением коррозии.

Дальнейшее развитие объединение двух и более процессов в рамках ХТО получило в технологии диффузионной металлизации, например,

хромосилицирование – получение повышенной износостойкости, молибденованадирование – получение высокой красностойкости и т.д.

К этой же группе комбинированных методов упрочнения можно отнести получение многослойных покрытий из разных материалов (газотермическое напыление, эмалирование), когда каждый отдельный слой несет определенную функциональную нагрузку – повышение прочности и коррозионной стойкости; промежуточный подслой для повышения адгезии; промежуточный слой с низкой теплопроводностью (рис. 45 а,б).

И все же настоящими комбинированными методами упрочнения могут быть названы методы, в которых используются разные технологии, каждая из которых выполняет определенную роль.



а б в г д е
Рис.45. Схемы структур поверхности, полученных комбинированными методами

Так, в технологии газотермического напыления (ГТН) предусмотрен процесс предварительной обработки поверхности перед напылением – *дробеструйная обработка* (метод поверхностной пластической деформации) с целью активации поверхности и увеличения площади физического контакта покрытия с подложкой (рис. 45в). Для изменения структуры покрытия, измельчения зерен, повышения адгезии и когезии предлагается совмещать процесс ГТН с *ультразвуковой обработкой*. При такой технологии термически активные частицы, образующие покрытие, подвергаются механическому воздействию (эффект горячейковки). Коррозионную стойкость ГТН покрытий можно повысить за счет дополнительной обработки поверхности после напыления – *оплавления* (рис.45г). Эту операцию можно осуществить разными методами: поверхностный прогрев газовой горелкой, лазерным лучом, электронным лучом.

К числу перспективных относят радиационно-пучковые технологии позволяющие на одной установке осуществлять комбинированную обработку поверхности:

- импульсно-периодическое сочетание ионного и плазменных режимов, позволяющих проводить распыление (для очистки поверхности), имплантацию (для улучшения адгезии), формирование покрытия с ионно-ассистированным осаждением слоев в режиме ионного перемешивания;
- сочетание электронного, лазерного или плазменного потоков для очистки поверхности и испарения атомов с ионной бомбардировкой осаждаемого покрытия или для жидкофазного легирования.

Можно привести большое количество примеров, когда качество упрочненной поверхности или характеристики получаемого покрытия повышаются за счет дополнительной обработки. На рис.45 представлены схемы возможных структур, получаемых комбинированным способом, т.е. одновременным или последовательным использованием разных технологий упрочнения поверхности. Такие комбинированные методы упрочнения поверхности и нанесения покрытий нашли широкое применение в современном производстве.