

ХИМИКО – ТЕРМИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ШТАМПОВ

Г.А.Околович; А.Н.Меркулов, О.С.Ларещева

Изменить свойства поверхности в необходимом направлении можно различными способами:

1. Нанесение на поверхность нового материала с заданными свойствами;

2. Изменение состава поверхностного слоя металла.

В первом случае применяют хорошо известные покрытия, такие как гальванические, химические, наплавочные и др. На поверхность металлических сплавов наносят и неметаллические материалы - эмаль, краску, различного рода синтетические материалы.

Во втором случае поверхностные слои металла подвергают диффузионной химико-термической обработке (ХТО), в результате которой на поверхности изделия образуется новый, отличающийся от сердцевины состав.

ХТО позволяет получить в поверхностном слое изделия покрытие практически любого состава и, следовательно, обеспечить комплекс необходимых свойств - физических, химических, механических и др. При этом деталь помещают в среду, богатую элементом, который диффундирует в металл.

Основными методами упрочнения изделий являются:

1. Насыщение из порошковых смесей (порошковый метод). Этот метод, благодаря простоте процесса, нашел применение в мелкосерийном и серийном производстве для цементации, алитирования (алюминирования), хромирования и т.д.

2. Прямоточный и циркулярный метод диффузионного насыщения в газовых средах. Прямоточный газовый метод позволяет регулировать активность насыщающей атмосферы (потенциал атмосферы), широко применяется в крупносерийном и серийном производстве для цементации, нитроцементации и азотирования. Газовый метод обеспечивает высокое качество диффузионного слоя и поверхности обрабатываемого изделия. Циркулярный метод находит все более широкое применение при насыщении металлами и кремнием.

3. Диффузионное насыщение из растворов металлов или солей (с электролитом и без). Жидкий метод позволяет сократить длительность процесса, однако, не всегда обеспечивает высокое качество поверхности и стабильности толщины слоя. Применяется в серийном производстве.

4. Насыщение из паст и суспензий (шликерный способ). Эти методы не нашли широкого применения, т.к. не всегда обеспечивают получение равномерной толщины покрытия и высокое качество диффузионного слоя. Однако насыщение из паст может быть рекомендовано для местного упрочнения поверхности при обработке крупногабаритных деталей.

5. Диффузионное насыщение с использованием вакуума. Насыщение осуществляется испарением диффузионного элемента из сублимированной фазы при высоких температурах и вакууме. Отличается высокой производительностью, качеством и перспективностью.

Выбор того или иного способа насыщения осуществляется в соответствии с видом производств, габаритами обрабатываемого изделия, требуемой толщины слоя и т.д. Процесс ХТО является гетерогенным, т.е. происходящим в различных соприкасающихся фазах, отделенных друг от друга поверхностями раздела и включает три основные взаимосвязанные стадии:

- Реакция в насыщенной среде (диссоциация) - образование активных атомов и диффузия их к поверхности обрабатываемого металла.

- Вторая стадия - адсорбация, взаимодействие между атомами насыщающего элемента и обрабатываемой поверхностью.

- Диффузия - проникновение насыщающего элемента внутрь обрабатываемого металла. Процесс возможен только при условии растворимости диффундирующего элемента в обрабатываемом металле и достаточно высокой температуре, обеспечивающей необходимую энергию атомам.

В результате образуется диффузионный слой, на поверхности которого концентрация наибольшая, а по мере удаления от поверхности - падает. Глубина проникновения будет представлять собой толщину слоя.

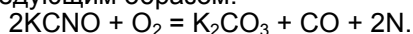
Для повышения стойкости штампов используют методы поверхностного упрочнения инструментальных сталей с одновременной оптимизацией состава и температурно-временных режимов их термической обработки. Из общего количества методов поверхностного упрочнения материалов инструмента можно выделить три основные группы: механические, диффузионные и электрофизические. Наибольшее применение в

заводской практике получили методы диффузионного упрочнения с легированием поверхностного слоя различными элементами: цементация, азотирование, цианирование, борирование, хромирование, карбонитрирование.

Термодинамическим стимулом процесса химико-термической обработки является разность химических потенциалов насыщающей среды и обрабатываемого материала. Получение структур и свойств диффузионного слоя при химико-термической обработке с целью обеспечения высокой износостойкости довольно широко отражено в литературе.

Карбонитрация

Процесс диффузионного насыщения поверхности инструментов азотом и углеродом в расплавах циановокислого калия (KCN), циановокислого натрия (NaCN) или их смесей, названный карбонитрацией, как и жидкостное цианирование, осуществляется при температуре 550-560°C с выдержкой до 20 мин, что исключает возможность снижения твердости в сердцевине инструмента. Предпочтительным считают применение для данной цели циановокислого калия, имеющего более низкую температуру плавления ($t_{пл} = 320^\circ\text{C}$). В расплаве циановокислого калия формирование диффузионного слоя происходит следующим образом:



Азот, образующийся по реакции, в момент выделения обладает большой химической активностью, диффундирует в металл и растворяется в α -фазе, насыщая ее до предела растворимости. При дальнейшем насыщении на поверхности металла образуются фазы со структурой ε - и γ -нитридов. Последнее, являясь фазами переменного состава, способны растворять также и некоторое количество углерода в результате реакции с окисью углерода и должны рассматриваться как карбонитридные фазы $\text{Fe}_3(\text{CN})$ и $\text{Fe}_4(\text{CN})$, имеющие структуру нитридов. Глубина диффузионного слоя при карбонитрации примерно такая же, как и при жидкостном цианировании. Темноотравающаяся зона диффузионного слоя состоит из мартенсита с вкрапленными в него высокодисперсными нитридами легирующих элементов и карбидов, легированным азотом. Микротвердость этой зоны слоя плавно уменьшается от максимального значения у поверхности до постоянного значения у сердцевины.

Первые сравнительные испытания стойкости инструмента были проведены в МВТУ в 1972 г. Они показали, что стойкость инструмента, подвергнутого такой обработке, воз-

растает по сравнению со стойкостью стандартного инструмента в 2,5-3,0 раза.

Применение карбонитрации обеспечивает повышение усталостной прочности на 50-80%, резкое повышение сопротивления износу по сравнению с цементацией, нитроцементацией, азотированием. Процесс карбонитрации прост в осуществлении, не требует сложного оборудования. Стоимость обработки по методу карбонитрации незначительна, она составляет около 1-2% стоимости инструмента.

Нами разработан процесс газовой карбонитрации который осуществляется в шахтной печи при разложении карбамида $\text{CO}(\text{NH}_2)_2 \rightarrow \text{CO} + 2\text{N} + 2\text{H}_2$; $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$; углеродом и азотом продуктов разложения с образованием карбонитридов на твердость HRA 80-85 глубиной 0,2-0,3 мм за 3-4 часа.

После окончательной термической обработки или улучшения, нормализации, изделия загружают в шахтную печь, предварительно подогретую до 400°C. Изделия нагревают в печной атмосфере воздуха до 400°C в течение 5-10 минут для получения оксидного поверхностного слоя. После этого осуществляют подачу аммиака для очистки поверхности изделия водородом. Таким образом, происходит образование чистой металлической поверхности, а тонкий слой окислов железа удаляется водородом при диссоциации аммиака в процессе нагрева до 500°C. На первой стадии насыщение осуществляется в атмосфере аммиака, вследствие чего достигается ускорение процесса, на второй стадии – в атмосфере продуктов разложения карбамида для получения карбонитридных покрытий оптимального фазового состава и строения. При температуре от 500°C до 580°C проводят карбонитрацию при разложении карбида или одновременно с подачей аммиака при температуре 200°C. Интенсификация процесса упрочнения осуществляется вследствие насыщения поверхности изделия одновременно углеродом и азотом с образованием карбонитридной фазы $\text{Fe}_3(\text{CN})$ в отличие от фазы Fe_4N , образующейся при азотировании. Так например, на стали 38ХМЮА при карбонитрации по предлагаемому способу в течение 1 часа с температурой 560°C формируется упрочненный слой толщиной 100-120 мкм, а при газовом азотировании 50-60 мкм, т.е. упрочненный слой формируется в два раза быстрее.