

Студент гр.104214 Капленко Е.С., аспирант Ткаченко Г. А.
Научный руководитель – Константинов В.М.
Белорусский национальный технический университет
г. Минск

Целью настоящей работы является повышение внимания к проблеме оптимизации технологий процессов химико-термической обработки.

Нитроцементация – процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стали одновременно углеродом и азотом. В зависимости от температуры нитроцементацию делят на: низкотемпературную 520 – 700 °С; среднетемпературную 760 – 860 °С и высокотемпературную 860 – 1050 °С. Преимущественное насыщение стали, азотом протекает при 500 – 800 °С, азота и углерода 820 – 920 °С, а свыше 920 °С углеродом. Структура после нитроцементации в зависимости от температуры и времени выдержки изменяется в широких пределах. При температурах до 700 градусов в основном диффузионный слой состоит из ϵ – карбида и цементита, в котором часть атомов углерода замещена атомами азота, а подслоем находятся продукты распада азотистого аустенита. С повышением температуры до 850 °С диффузионный слой состоит преимущественно из темного азотистого мартенсита и остаточного аустенита. С помощью газовой нитроцементации можно получить диффузионный до 1 мм в течение 8 – 10 часов [2]. При высоком содержании N_2 0,4-0,5% в слое образуется темная составляющая (на поверхности в виде темной точечной сетки). Она снижает предел выносливости на 30-70% и предел контакта выносливости в 5-6 раз. Толщина нитроцементированного слоя составляет 200-800 мкм. Она не должна превышать 1000 мкм. При большей толщине в нем образуется темная составляющая и другие дефекты.

Среднетемпературной нитроцементации подвергают углеродистые и легированные конструкционные стали марок: 20, 40, 20X, 40X, 18ХГТ, 20ХГМ, 30ХГТ, 12ХН3А, 20Х2Н4А с последующей термической обработкой, заключающейся в закалке в масле и низком отпуске 180 – 220 °С для обеспечения высокой твердости поверхностного слоя 58 – 62 HRC и мягкой сердцевины 30 – 40 HRC.

Низкотемпературной нитроцементации подвергают быстрорежущие и теплостойкие стали марок: P18, P6M5, P9, 4X5MCФ, 3X2B8Ф, но в отличие от конструкционных с предварительной термической обработкой для штамповых сталей – улучшение, а для быстрорежущих закалка с низким отпуском. После такой нитроцементации поверхность сталей обладает свойствами: низким коэффициентом трения, снижается прилипание металла к поверхности, теплостойкостью.

В настоящее время нитроцементация применяется и для деталей почвообрабатывающих машин долота, лемеха изготовленных из стали 65Г с целью повышения износостойкости. Твердость слоя составляет 64 HRC.

Преимуществами процесса нитроцементации из газовой среды является:

- процесс не сопровождается сажеобразованием; - процесс является массовым; - возможность закалки деталей непосредственно с температуры процесса.

Недостатками процесса является:

- необходимость поддержания в строгих пределах азотирующей и науглероживающей способности газовой среды; - в настоящее время процесс является энергозатратным; - процесс насыщения является длительным; - конвективный нагрев (медленный); - нет возможности локального насыщения.

Существуют процессы нитроцементации из порошковых сред. Для осуществления этого процесса необходимо изготовить специальный порошок, состоящий из угля, активатора (Na_2CO_3 пищевая сода), железистосинеродистого калия и балластной добавки, например, оксида хрома. Каждый компонент в определенном соотношении помещается в шаровую мельницу, где происходит процесс измельчения компонентов до определенной фракции, а также их смешивание. Готовый порошок засыпают в специальный контейнер, затем помещают детали, а свободное пространство засыпают порошком. Для герметизации контейнера используется оксид бора. Продолжительность процесса сопоставима с газовой цементацией и составляет 8 – 10 часов и при этом формируется диффузионный слой до 1 мм. Структура диффузионных слоев и свойства аналогичны слоям после газовой цементации.

Преимуществами данного процесса является:

- отсутствие дорогостоящего газового оборудования (эндогенератора); - возможно восстановление насыщающей активности порошковой среды; - многократное использование порошковой среды; - отсутствует контроль за насыщающей средой; - равномерное образование диффузионного слоя.

Недостатком данного метода является:

- закалка только с повторного нагрева; - мелко- и среднесерийное производство; - длительность; - конвективный нагрев (медленный); - нет возможности локального насыщения. Альтернативой газовой и порошковой нитроцементации может служить нитроцементация с применением нагрева токами высокой частоты. В данном процессе диффузионное насыщение может проводиться порошковой среды. Порошковую среду приготавливают, как и в предыдущем способе. Данный метод позволяет совмещать нагрев под закалку с диффузионным насыщением, что значительно сокращает продолжительность

процесса. За счет использования электрохимико-термической обработки удастся получать, за несколько минут, слои такой же величины, как при газовой цементации в течение нескольких часов. За время 60..200 секунд при нитроцементации 1000 – 1100 °С получается диффузионный слой толщиной 0,06 – 0,6 мм. Металлографический анализ структуры показал следующее: после нитроцементации при температурах 1000 – 1100 °С и последующей закалки, диффузионный слой состоит из игольчатого мартенсита и остаточного аустенита, и твердость слоя составляет 9000 МПа. Повышение температуры насыщения до 1200 °С приводит к образованию на головке болта жидкометаллической фазы, что позволяет получить на стали 40Х за 90 секунд слой в 0,90 мм белого доэвтектического чугуна, с твердостью 12000 МПа [1].

Преимущества данного метода:

- быстрое формирование диффузионного слоя (секунды);
- совмещение процесса с нагревом под закалку;
- нагрев токами высокой частоты (быстрый);
- формирование различных структур диффузионного слоя;
- более высокая твердость диффузионного слоя 9000 МПа – 12000 МПа;
- локальное упрочнение деталей (порошок смешивают со связующим - канцелярский клей);
- экологически чистый процесс;
- энергосберегающий;

Недостатки процесса:

- контроль температуры;
- возможность перегрева и оплавления деталей на высоких температурах;
- мелкосерийный;
- нанесение и сушка паст (порошок со связующим);

Процесс нитроцементации можно проводить различными методами на различных сталях и при различных температурах.

Литература

1. Ткаченко Г.А. Получение диффузионных слоев методом электрохимико-термической обработки. / Материалы VIII Респ. СНТК «Новые материалы и технологии их обработки», 18-20 апреля 2007 г., Минск, БНТУ. - С 35-36.
2. Ляхович Л.С. Справочник. Химико-термическая обработка металлов и сплавов. / М. «Металлургия» 1981 г. С – 424.