

Химико-термическая обработка металлов и сплавов

Лекция №5

Химико-термическая обработка (ХТО) - это процесс изменения химического состава, микроструктуры и свойств поверхностного слоя путем его взаимодействия со средой (твердой, жидкой, газообразной, плазменной), содержащей легирующий элемент.

Цель ХТО - поверхностное упрочнение металлов и сплавов и повышение их стойкости против воздействия внешних агрессивных сред при нормальной и повышенной температурах.

Основные параметры ХТО:

- температура нагрева
- время выдержки

3 стадии ХТО:

1. Диссоциация
2. Адсорбция
3. Диффузия

Диссоциация заключается в распаде молекул и образовании активных атомов диффундирующего элемента. Например, диссоциации окиси углерода $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$.

Адсорбция - это контакт атомов диффундирующего элемента с поверхностью стального изделия и образования химических связей с атомами металла.

Диффузия - это проникновение насыщающего элемента в глубь обрабатываемого металла.

Способы насыщения:

1. Из твердой фазы или порошковых засыпок
2. Из газовой фазы
3. Из жидкой среды
4. Из пасты
5. Вакуумом

Виды химико-термической обработки стали

Цементация

Изменение % содержания С на поверхности детали из стали (0,1...0,2%С, мелкозернистые) с последующей ТО

Диффузия С из карбюризатора
 □ при $T=900...950^{\circ}\text{C}$
 (950... 1100 $^{\circ}\text{C}$)
 $V=0,8...1,0$ мм/час

Твердый
 Жидкий □
 $\text{Na}_2\text{CO}_3 + \text{NaCl} + \text{SiC}$
 Газообразный
 $\text{CH}_4 \square \text{C} + 4\text{H}$

Высокая твердость на поверхности (58...62HRC), мягкая сердцевина

Насыщение поверхностного слоя N.

Образование нитридов F и др. элементов □
 (Al, Cr, Mo, V и др.) $h \square 0,3...0,6, 0,015...0,02$ мм.

Цель □ антикоррозионная стойкость и износостойкость.

$\text{NH}_3 \leftrightarrow 3\text{H} + \text{N}$
 480...700 $^{\circ}\text{C}$

Поверхность твердость 900...1150HV.
 Сердц. сорбит

Азотирование (нитрирование)

Цианирование

Одновременное насыщение С и N

Ванна с расплавленными солями □ 0,15...0,22 мм/час
 $\text{NaCN}, \text{KCN}, \text{Ca}(\text{CN})_2, \text{NaCl}, \text{BaCl}_2, \text{Na}_2\text{CO}_3$

В газовой среде □ 0,1 мм/час. □ CO_2
 20...30% NH_3 □ низкотемп. 540...560 $^{\circ}\text{C}$,
 3...7% NH_3 □ высокотемп. 820...860 $^{\circ}\text{C}$.

800

900H

V

или нитроцементация

Диффузионная металлизация

Алитирование (жидкое) □ 0,2...0,4 мм □ окалиностойкость до 900 $^{\circ}\text{C}$

Хромирование □ 0,1...0,3 мм □ 1200..1300HV □ окалиностойкость 800 $^{\circ}\text{C}$

Борирование □ $\text{Na}_2\text{S}_4\text{O}_7$ □ 2000HV □ износостойкость

Силицирование □ 2...5 час. □ 0,6...1,1 мм □ износостойкость

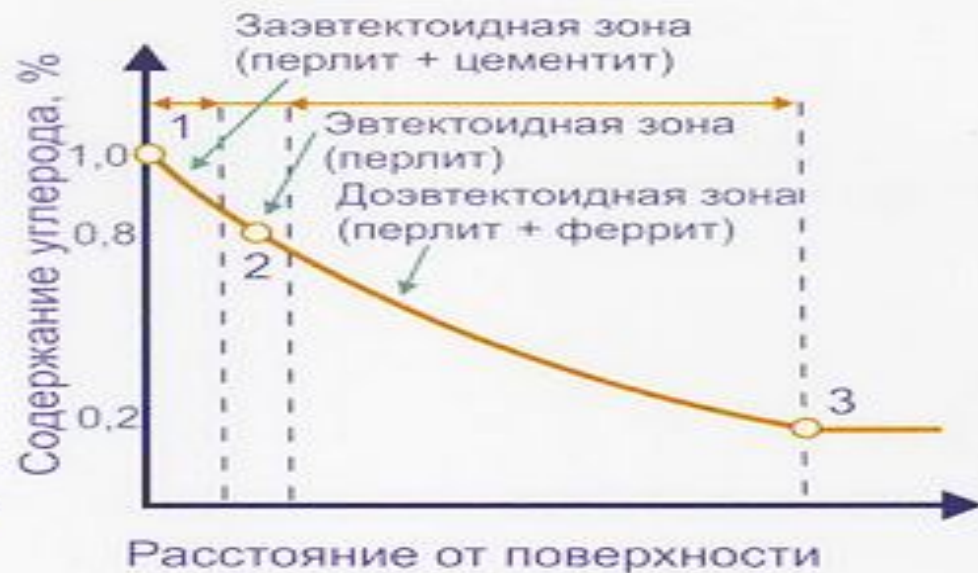
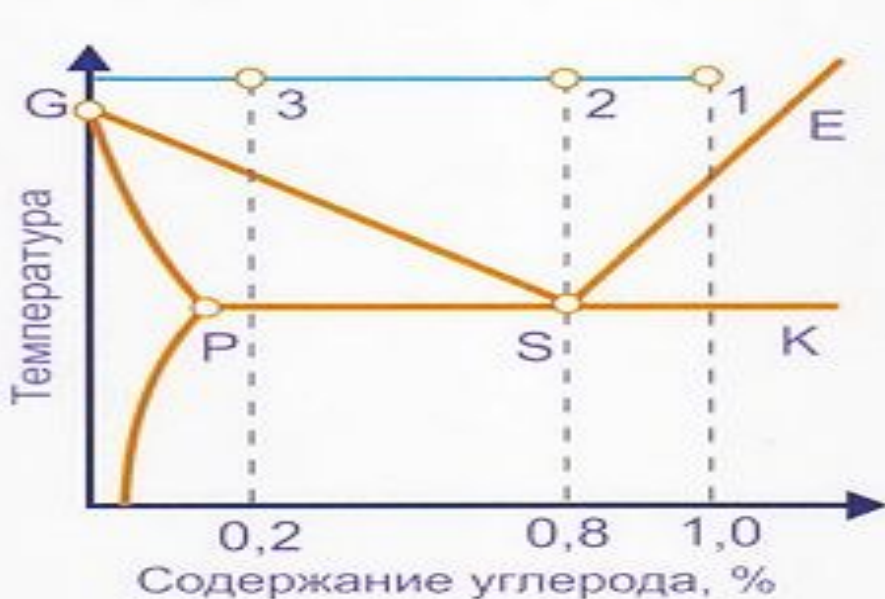
Цементация стали

- процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стальных деталей углеродом.

Такой обработке подвергают стали с 0,10 - 0,20% С.

Содержание углерода в поверхностном слое - 0,8 - 1,0% С.

Толщина науглероженного слоя - 0,5 - 2,0 мм.



Цементация бывает:

1. В твердом карбюризаторе
2. Газовая и жидкая
3. Пастами
4. Вакуумная

Цементация в твердом карбюризаторе

В качестве
обычно
уголь, гра
материал
Активиза
барий, к
поташ (к
количес
угля.

Недоста
являются
- значите
цементат
затрачив
- низкая
- громозд
- сложнос
Способ
производстве.



рольные
тели

дии
оре

ьность, ч

5

5,5

10

11,5

16

2,0—2,4

19—24

Газовая и жидкая цементация



Цементация пастами

Процесс заключается в нанесение на поверхность цементируемой детали окунанием или с помощью кисти слоя вещества, затем сушке и последующем нагреве.

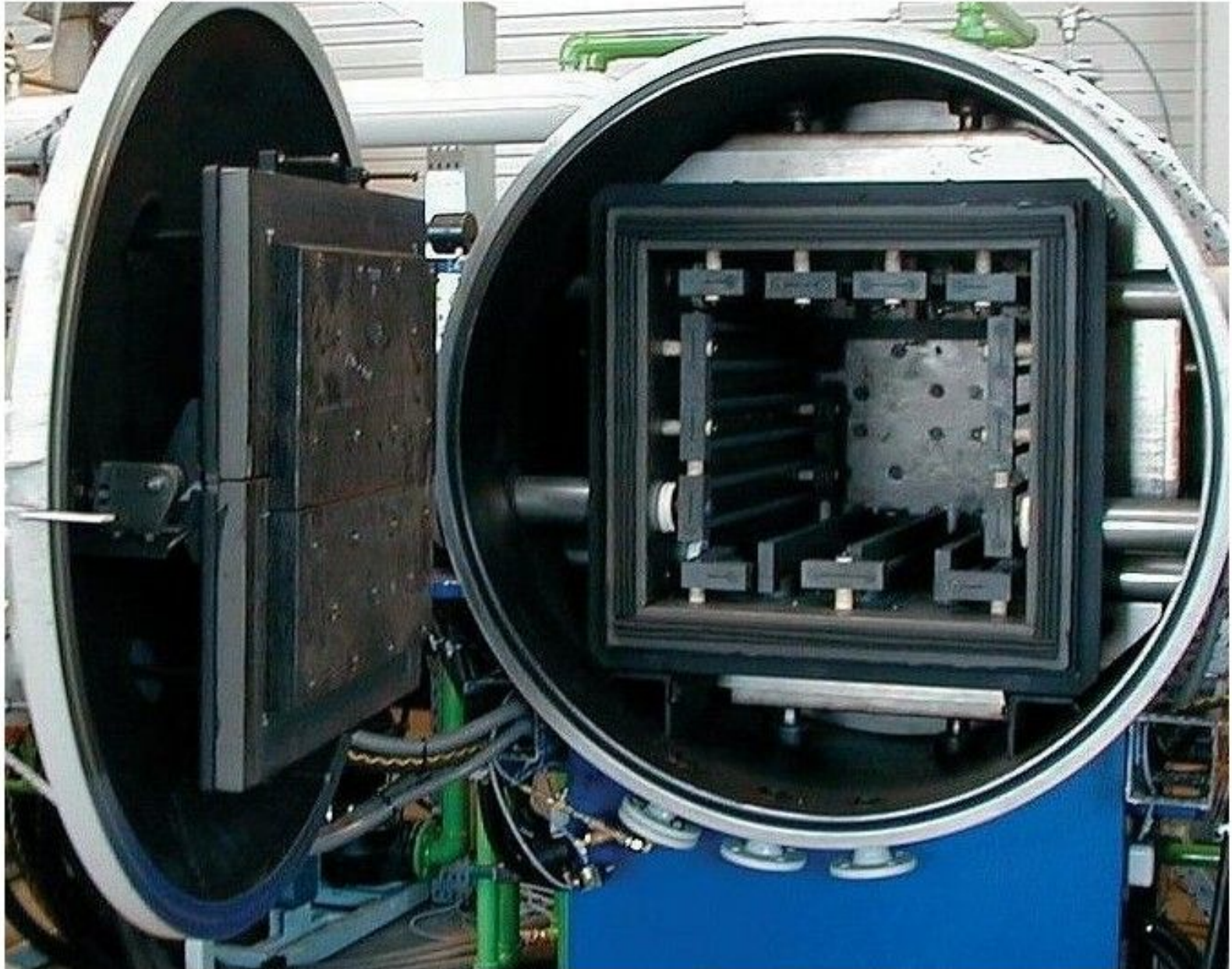
Толщина слоя пасты должна быть в 6-8 раз больше заданной глубины цементованного слоя.

Основными компонентами паст являются сажа и кальцинированная сода, кокс малосернистый, сода или поташ (карбонат калия).

Температура 950-1050 °С (1000—1050°С).

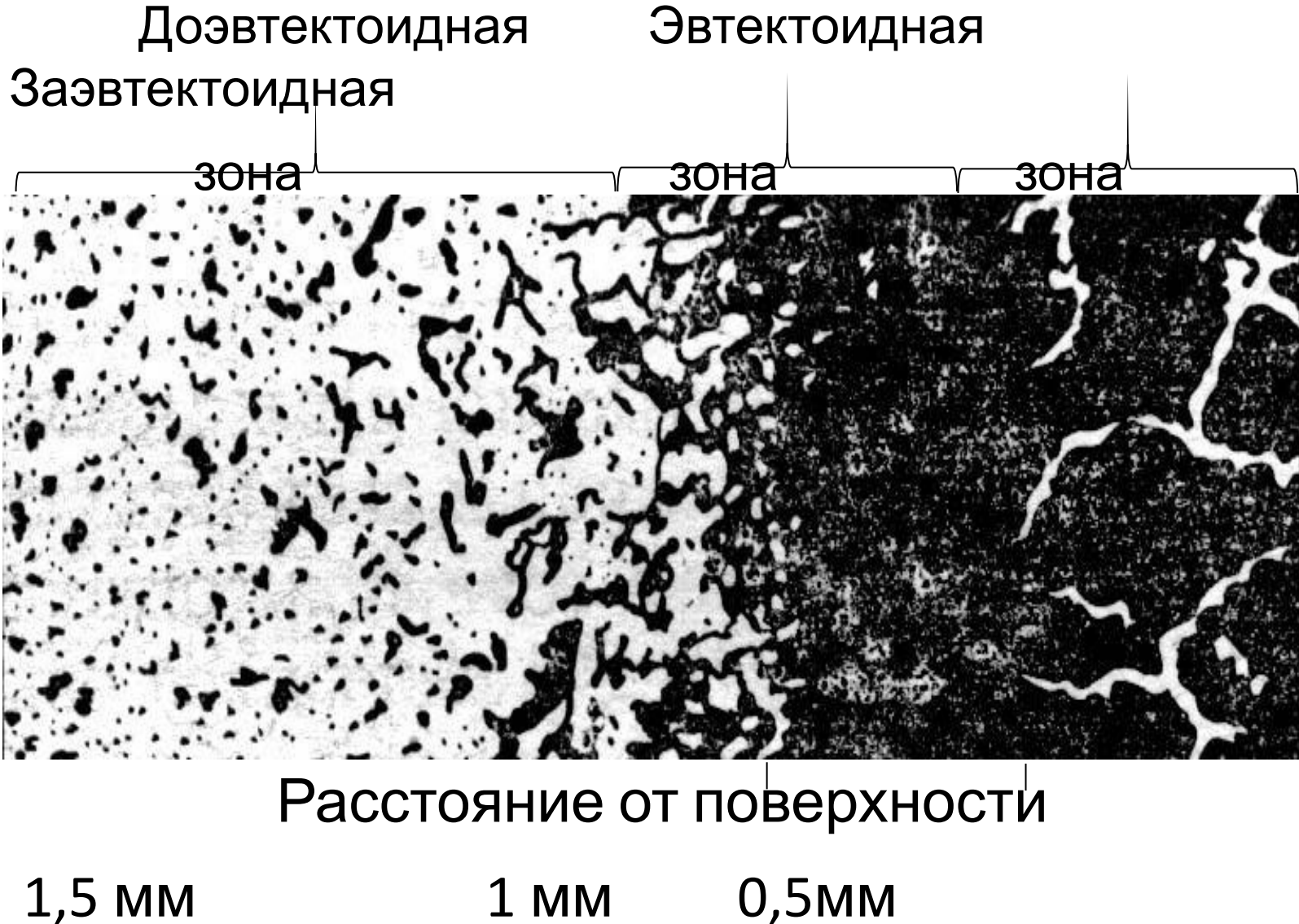
Вакуумная цементация

С.
ВЫСО
ВЫСО
давл
каче
испс
ЭТИЛ
Н
СТОИ
ПОСТ



ния
(с
при
) В
ном
) и
кая
ый

Микроструктура стали после цементации



Термическая обработка цементованных изделий

Она заключается в закалке и низком отпуске. После такой термической обработки твердость поверхностного слоя детали достигает **58-62 HRC** при твердости сердцевины **25-35 HRC** и ниже.

Закалка с цементационного нагрева.



Однократная закалка



Двойная закалка



Азотирование стали

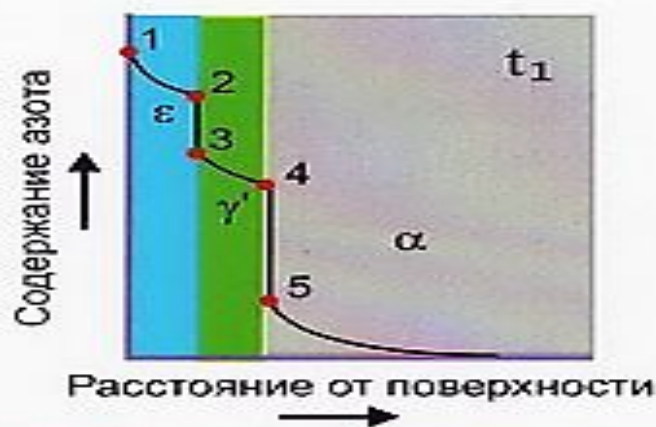
Азотирование - процесс диффузионного насыщения поверхностного слоя стальных деталей азотом.

Диаграмма Fe - N



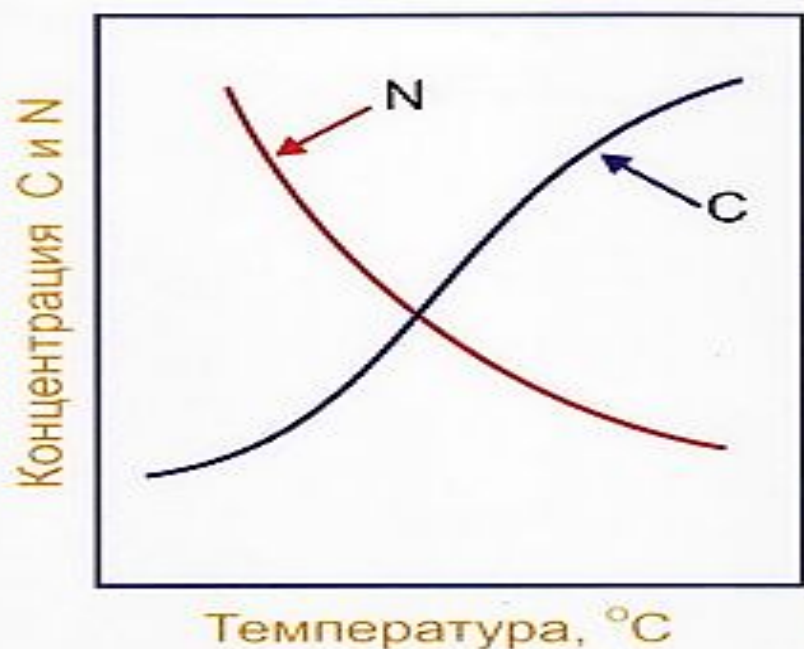
α - азотистый феррит
 γ - азотистый аустенит
 γ' - нитрид Fe₄N
 ε - нитрид Fe₃N

Азотирование проводят в среде аммиака:
 $2\text{NH}_3 \rightarrow 2\text{N} + 6\text{H}$
Температура азотирования 500 - 600°C
Толщина слоя 0,3 - 0,6 мм



Нитроцементация стали

Нитроцементация - процесс совместного насыщения поверхности стальных деталей углеродом и азотом. Она проводится либо в расплавленных цианистых солях (жидкостная нитроцементация или цианирование) либо в смеси науглероживающих газов и аммиака (газовая нитроцементация)



Различают высокотемпературную и низкотемпературную нитроцементацию.

Высокотемпературная нитроцементация

Температура процесса: 820 - 960°C

толщина диффузионного слоя -

- 0,15 - 2,00 мм

После нитроцементации производят закалку и низкий отпуск.

Твердость диффузионного слоя после термической обработки 58 - 62 HRC.

Низкотемпературная нитроцементация

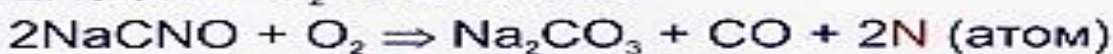
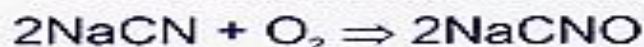
Температура процесса: 560 - 580°C

толщина диффузионного слоя -

- 0,2 - 0,6 мм.

Перед низкотемпературной нитроцементацией проводится **улучшение** - термическая обработка состоящая из закалки и высокого отпуска.

В основе жидкостной нитроцементации лежат следующие основные химические реакции:



Диффузионная металлизация - это

процесс диффузионного насыщения поверхностных слоев стали различными металлами. Она может осуществляться в твердых, жидких и газообразных средах.

При диффузионной металлизации **в твердых средах** применяют порошкообразные смеси, состоящие из ферросплавов с добавлением хлористого аммония в количестве 0,5-5%.

Жидкая диффузионная металлизация осуществляется погружением детали в расплавленный металл (например цинк, алюминий).

При **газовом** способе насыщения применяют летучие хлористые соединения металлов, образующиеся при взаимодействии хлора с металлами при высоких температурах.

Поверхностное насыщение стали металлами проводится при температуре 900-1200 °С.

Диффузионная металлизация

Одним из основных свойств металлизированных поверхностей является жаростойкость, поэтому жаростойкие детали для рабочих температур 1000...1200°С изготавливают из простых углеродистых сталей с последующим алитированием, хромированием или силицированием.

При **алитировании** сталь приобретает высокую окислительную стойкость и коррозионную стойкость в атмосфере и в ряде сред.

Хромирование проводят для повышения коррозионной стойкости, кислотостойкости, окислительной стойкости и т.д. Хромирование средне- и высокоуглеродистых сталей повышает твердость и износостойкость.

Борирование проводят с целью повышения стойкости против абразивного износа.

В результате **силицирования** сталь приобретает высокую коррозионную стойкость в морской воде, в различных кислотах и повышенную износостойкость. Кроме того, силицирование резко повышает окислительную стойкость молибдена и некоторых других металлов и сплавов.