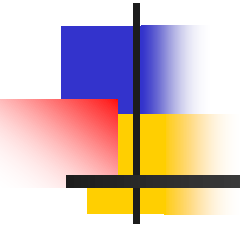
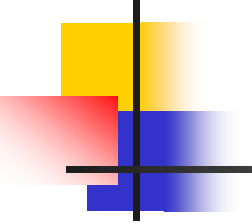


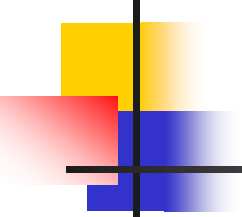
Химико-термическая обработка сталей





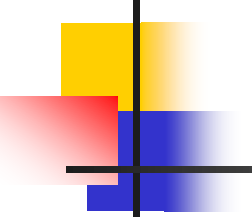
1. Определение

- **Химико-термическая обработка (ХТО)** заключается в сочетании термического и химического воздействий с целью изменения химического состава, структуры и свойств поверхностного слоя стали.
- Химико-термическая обработка может производиться неметаллами и металлами и представляет собой **насыщение** или **удаление**.
- **Насыщение** или **удаление неметаллов** – ХТО, заключающаяся в диффузионном насыщении материала неметаллами или диффузионном удалении неметаллов из материала с целью изменения химического состава, структуры и свойств.



2. Стадии ХТО насыщения

- **Диссоциация** – распад молекул среды, в которой проводится обработка, и образование активных атомов диффундирующего элемента (например, $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$; $2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{N}$).
- **Адсорбция** – контактирование диффундирующего элемента с поверхностью изделия и образование химических связей.
- **Диффузия** – проникновение насыщающего элемента в глубь металла (коэффициент диффузии выше в случае, если образуется твердый раствор внедрения). Толщина диффузионного слоя зависит от температуры нагрева, продолжительности выдержки и концентрации элемента на поверхности.



3. Насыщение неметаллами

- **Цементация** –диффузионное насыщение углеродом поверхностного слоя низкоуглеродистой ($C < 0,25$ % мас.) стали.
- **Азотирование** –диффузионное насыщение поверхностного слоя стали азотом при нагреве стали до $500 \div 650$ °С в аммиаке.
- **Борирование** –диффузионное насыщение поверхностного слоя стали бором в процессе электролиза расплавленной буры $Na_2B_4O_7$ при $930 \div 950$ °С.
- **Нитроцементация** –диффузионное насыщение поверхностного слоя стали одновременно углеродом и азотом при $840 \div 860$ °С в газовой смеси необработанного природного газа и аммиака.
- **Цианирование** –диффузионное насыщение поверхностного слоя стали одновременно углеродом и азотом в расплавах цианидов.
- **Сульфоцианирование** –диффузионное насыщение поверхностного слоя стали одновременно азотом, углеродом и серой.

3.1. Цементация

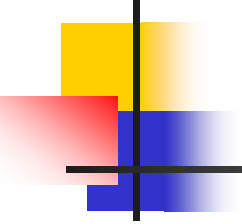
- Цементацию проводят в области температур 900÷950 °С (область аустенита). Чем меньше углерода в стали, тем выше температура нагрева. После цементации проводятся закалка и низкий отпуск.
- Среда, в которой проводят цементацию, называется **карбюризатором**. В качестве карбюризаторов используют:
 - активированный древесный уголь, каменноугольный полукокс и торфяной кокс, а также активизаторы для ускорения процесса – BaCO_3 , Na_2CO_3 , K_2CO_3 ;
 - пасты, состоящие, например, из сажи, малосернистого кокса, активизаторов и желтой кровяной соли;
 - метан, керосин, синтин, бензол и подобные вещества, которые диссоциируют при высокой температуре.
- В результате цементации и последующей термической обработки (нормализация, закалка + отпуск) поверхностный слой приобретает высокую твердость и износостойкость, повышается предел контактной выносливости и предел выносливости при изгибе и кручении.

3.2. Азотирование

- Процесс идет в результате диссоциации аммиака и диффузии атомарного N в поверхностные слои детали.
- Азотированию подвергают среднеуглеродистые легированные стали, содержащие Cr, W, Mo, V, Al. Азот образует с легирующими элементами устойчивые нитриды, которые обеспечивают высокую твердость поверхностного слоя.
- Перед азотированием деталь подвергают улучшению. Процесс азотирования ведут при 500÷520 °С Для повышения коррозионной стойкости – при температуре 600÷700 °С.
- Азотирование повышает твердость поверхностного слоя стали, его износостойкость, предел выносливости и сопротивление коррозии. Твердость азотированного слоя выше, чем цементированного, и сохраняется до более высоких температур (450÷550 °С) по сравнению с цементированным (200÷250 °С), имеющим мартенситную структуру.

3.3. Нитроцементация и цианирование

- После нитроцементации проводятся закалка и отпуск. Нитроцементации обычно подвергаются детали сложной конфигурации, склонные к короблению. Преимущества этой обработки перед цементацией – более низкая температура процесса; меньшая толщина слоя; меньшие деформации и коробления деталей; повышение сопротивления износу и коррозии.
- Цианирование может быть **высоко-** ($800\div 950\text{ }^{\circ}\text{C}$) и **низкотемпературным** ($450\div 650\text{ }^{\circ}\text{C}$). После цианирования детали подвергаются закалке и отпуску. Цианированный слой по сравнению с цементованным обладает более высокой износостойкостью и эффективно повышает предел выносливости. Применяется для упрочнения мелких деталей из сталей, содержащих $0,3\div 0,4\text{ \%}$ мас. углерода.



4. Удаление неметаллов

- К удалению неметаллов относятся **обезуглероживание** – диффузионное удаление углерода из поверхностного слоя стали и **обезводороживание** – диффузионное удаление водорода из стали.

5.Насыщение металлами

- **Алитирование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали алюминием в интервале температур $700\div 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ с целью получения высокой окалиностойкости (до $850\div 900\text{ }^{\circ}\text{C}$) за счет образования на поверхности пленки окиси алюминия.
- **Силицирование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали кремнием в интервале температур $800\div 1100\text{ }^{\circ}\text{C}$ с целью повышения износостойкости и коррозионной стойкости.
- **Цинкование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали цинком в интервале температур $300\div 500$ и $700\div 1000\text{ }^{\circ}\text{C}$ в расплаве цинка, порошке или парах цинка с целью повышения коррозионной стойкости стали;
- **Хромирование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали хромом в интервале температур $900\div 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$ с целью повышения коррозионной стойкости, твердости и износостойкости.
- **Титанирование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали титаном.
- **Хромоалюминирование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали хромом и алюминием в интервале температур $900\div 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$.
- **Хромосилицирование** – диффузионное насыщение поверхностного слоя стали хромом и кремнием в интервале температур $900\div 1200\text{ }^{\circ}\text{C}$.