

Дисциплина «Материаловедение и ТКМ, лекция 2.3.

Придание металлам и сплавам заданных свойств

УЧЕБНЫЕ ВОПРОСЫ:

- **1. Термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка сталей и сплавов.**
- **2. Влияние обработки на свойства металлов и сплавов.**



Литература

- 1. Материаловедение и технологии конструкционных материалов : учебное пособие / О.А. Масанский, В.С. Казаков, А.М. Токмин и др. ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Сибирский Федеральный университет. - Красноярск : Сибирский федеральный университет, 2015. - 268 с. : табл., граф., ил. - Библиогр. в кн. - ISBN 978-5-7638-3322-5 ; То же [Электронный ресурс]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=435698>.**
- 2. Валуев Н.П., Муров В.А., Юданов П.М. Практикум по материаловедению. – Учебное пособие. – Новогорск: АГЗ МЧС России, 2017 г., 115 с.**

Термическая, термомеханическая и химико-термическая обработка сталей и сплавов (ТО, ТМО и ХТО). 1.1. Понятие о ТО

Термической обработкой

называется совокупность операций нагрева, выдержки и охлаждения твердых металлических сплавов с целью получения заданных свойств за счет изменения внутреннего строения и структуры

- **Виды термической обработки стали**
- Все виды ТО стали осуществляются без перехода в жидкую фазу (перекристаллизации)
- **Закалка**

Нагрев + Выдержка до появления однородной структуры) + Быстрое охлаждение в закалочной среде - вода, масло и др.

- **Отпуск**

Нагрев после закалки + выдержка и последующее медленное охлаждение в печи (снимаются закалочные напряжения). Более длительной выдержке соответствует менее интенсивный нагрев. (низкий, средний и высокий отпуск)

- **Отжиг**

Нагрев до температуры несколько ниже температуры закалки + медленное охлаждение в печи до нормальной температуры («сверхвысокий» отпуск)

- **Нормализация**

Охлаждение от закалочной температуры на воздухе (закалка на воздухе).

Цель отпуска, отжига и нормализации снизить внутренние напряжения, возникающие при закалке

Виды термической обработки

стали

(подробно)

- **Закалка** — термическая обработка (термообработка) стали, сплавов, основанная на перекристаллизации стали (сплавов) при нагреве до температуры выше критической; после достаточной выдержки при критической температуре для завершения термической обработки следует быстрое охлаждение. Закаленная сталь (сплав) имеет неравновесную структуру, поэтому применим другой вид термообработки — отпуск.
- **Отпуск** — термическая обработка (термообработка) стали, сплавов, проводимая после закалки для уменьшения или снятия остаточных напряжений в стали и сплавах, повышающая вязкость, уменьшающая твердость и хрупкость металла.
- **Отжиг** — термическая обработка (термообработка) металла, при которой производится нагревание металла, а затем медленное охлаждение. Эта термообработка (т. е. отжиг) бывает разных видов (вид отжига зависит от температуры нагрева, скорости охлаждения металла).
- **Нормализация** — термическая обработка (термообработка), схожая с отжигом. Различия этих термообработок (нормализации и отжига) состоит в том, что при нормализации сталь охлаждается на воздухе (при отжиге — в печи).

Термомеханическая обработка металлов

- **Термомеханическая обработка металлов (ТМО)** — это сочетание операций пластической деформации металла и термической обработки. Такое воздействие на металл позволяет повысить его прочность как в результате наклепа, который получается при пластической деформации, так и вследствие термообработки. Благодаря этому удастся достичь высокого комплекса механических свойств сталей и сплавов.
- В настоящее время существует **два основных способа** термомеханической обработки стали:

1. **ВТМО** — **высокотемпературная термомеханическая обработка**

2. **НТМО** — **низкотемпературная термомеханическая обработка**

ВТМО — высокотемпературная термомеханическая обработка

- Высокотемпературная термомеханическая обработка стали заключается в том, что непосредственно после горячего воздействия давлением, когда металл имеет аустенитную структуру, проводится закалка стали. **За короткое время между окончанием процесса деформации и закалкой не успевает произойти рекристаллизация.** В связи с этим **наклеп и упрочнение**, которые возникли при пластической деформации во время прокатки или штамповки, **не устраняются и остаются в материале после его остывания.** После закалки, к этому добавляется еще упрочнение вследствие фазового наклепа твердой мартенситной структурой. **Мартенсит, образующийся в этих условиях, кроме своих дислокаций, как бы наследует и те, которые возникли при наклепе.** Ясно, что **чем короче промежуток времени между окончанием всех процессов, когда сталь имеет высокую температуру, тем больше сохранится дислокаций и тем больше будет эффект упрочнения.** Практически, этот отрезок времени составляет несколько секунд, в течение которых частично происходит рекристаллизация, что снижает эффект упрочнения. **Рекристаллизация - один из главных недостатков способа высокотемпературной термомеханической обработки стали. Из-за этого явления степень деформации при ВТМО не превышает 20-30%.**

НТМО — низкотемпературная термомеханическая обработка

- **При низкотемпературной термомеханической обработке** металл нагревают до аустенитного состояния, затем охлаждают ниже температуры рекристаллизации, но выше температуры начала мартенситного превращения, т. е. температурный интервал пластической деформации составляет примерно 400 - 600°C. Деформация, как и при ВТМО, вызывает наклеп аустенита, рекристаллизации же в этих условиях не происходит. Затем проводится закалка: образуется мартенсит, который, как и в предыдущем способе, наследует дислокации, а значит и упрочнение, полученное при низкотемпературной термомеханической обработке стали. Здесь устранен недостаток первого способа, так как рекристаллизация практически отсутствует и потому наиболее полно используется эффект упрочнения от наклепа.
- **После закалки в обоих случаях следует низкотемпературный отпуск** (100 — 300°C.). ТМО позволяет получить достаточно высокую прочность ($\sigma_{\text{в}} = 2200\text{-}3000\text{МПа}$) при хорошей пластичности и вязкости ($\delta = 6 - 8\%$, $\psi = 50 - 60\%$). Для сравнения: после обычной закалки и низкого отпуска $\sigma_{\text{в}} = 2000 - 2200\text{МПа}$, $\delta = 3 - 4\%$.

Химико-термическая обработка металлов

Химико-термическая обработка металлов - нагрев и выдержка металлических (а в ряде случаев и неметаллических) материалов при высоких температурах в химически активных средах (твёрдых, жидких, газообразных).

- В подавляющем большинстве случаев химико-термическую обработку проводят с целью обогащения поверхностных слоев изделий определёнными элементами. Их называют насыщающими элементами или компонентами насыщения.
- В результате ХТО формируется диффузионный слой, т.е. изменяется химический состав, фазовый состав, структура и свойства поверхностных слоев. Изменение химического состава обуславливает изменения структуры и свойств диффузионного слоя.

Основные параметры ХТО

В результате изменения химического состава поверхностного слоя изменяются его фазовый состав и микроструктура.

Основными параметрами химико-термической обработки являются **температура нагрева и продолжительность выдержки**. Цель химико-термической обработки - поверхностное упрочнение металлов и сплавов и повышение их стойкости против воздействия внешних агрессивных сред при нормальной и повышенной температурах.

Процессы химико-термической обработки состоят **из трех стадий**:

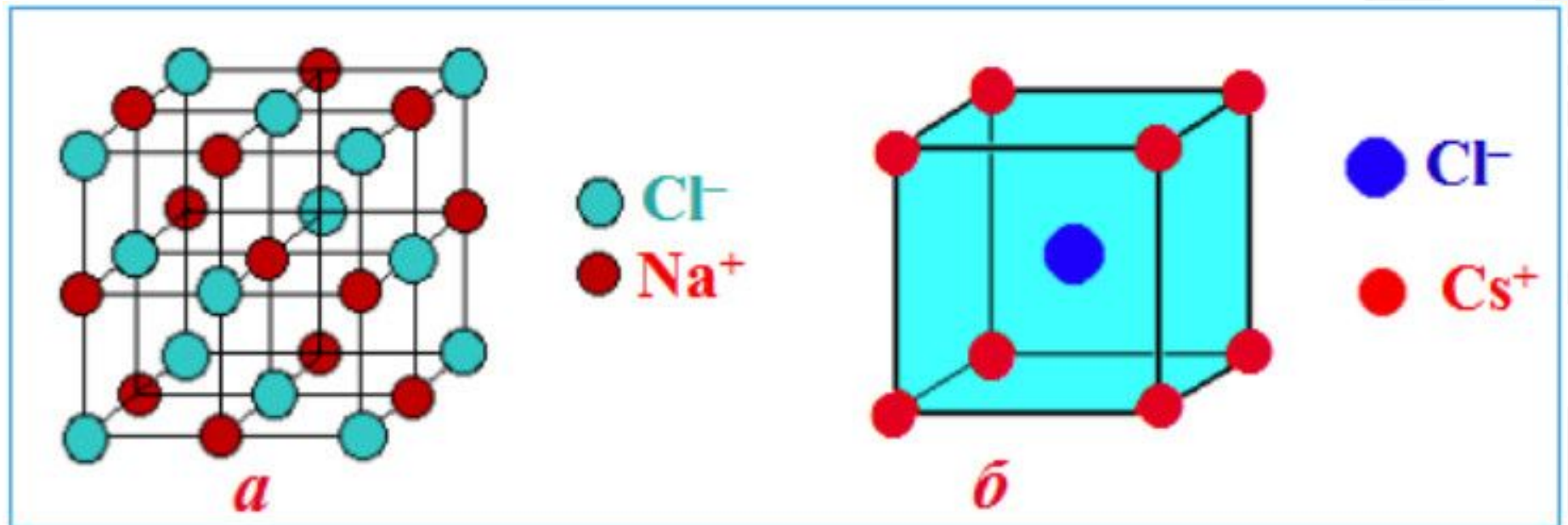
-диссоциации, которая заключается в распаде молекул и образовании активных атомов диффундирующего элемента. Например, диссоциации окиси углерода $2\text{CO} \rightarrow \text{CO}_2 + \text{C}$ или аммиака $2\text{NH}_3 \rightarrow 3\text{H}_2 + 2\text{N}$;

-адсорбции, т.е. контактирования атомов диффундирующего элемента с поверхностью стального изделия и образования химических связей с атомами металла;

-диффузии, т.е. проникновения насыщающего элемента в глубь металла

Ионные решётки

- Примеры ионных кристаллических решеток: а) NaCl; б) CsCl



Полиморфизм. Анизотропия.

- **Полиморфизм кристаллов** (от др.-греч. πολύμορφος «многообразный») - способность вещества существовать в различных кристаллических структурах, называемых полиморфными модификациями (их принято обозначать греческими буквами α , β , γ и т. д.) Характерен для различных классов веществ. Полиморфизм для простых веществ называют аллотропией, но понятие полиморфизма не относят к некристаллическим аллотропным формам (таким, как газообразные O_2 и O_3).
- Частный случай полиморфизма, характерный для соединений со слоистой структурой - политипизм (политипия). Такие модификации, политипы, отличаются между собой лишь порядком чередования атомных слоёв.
- **Анизотропия** (от др.-греч. ἄνισος — неравный и τρόπος — направление) — различие свойств среды (например, физических: упругости, электропроводности, теплопроводности, показателя преломления, скорости звука или света и др.) в различных направлениях внутри этой среды; в противоположность изотропии.
- В отношении одних свойств среда может быть изотропна, а в отношении других — анизотропна; степень анизотропии также может различаться.

Диффузионная металлизация

Диффузионной 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. **Диффузия металлов в железе идет значительно медленнее, чем углерода и азота, потому что углерод и азот образуют с железом твердые растворы внедрения, а металлы – твердые растворы замещения.** Это приводит к тому, что диффузионные слои при металлизации получаются в десятки раз более тонкими. Поверхностное насыщение стали металлами проводится при

Отдельные виды ХТО

- **Алитированием** называется процесс насыщения поверхности стали алюминием. В результате алитирования сталь приобретает высокую окислительную и коррозионную стойкость в атмосфере и в ряде сред. При алитировании в порошкообразных смесях чистые детали вместе со смесью упаковывают в железный ящик.
- **Хромирование** проводят для повышения коррозионной стойкости, кислотостойкости, окислительной и т.д. Хромирование средне- и **высокоуглеродистых сталей повышает твердость и износостойкость.**
Борированием называется насыщение стали бором. Борирование проводят с целью повышения стойкости против абразивного износа. Толщина борированных слоев не превышает 0,3мм, твердость HV 18000-20000. **Силицированием** называется процесс насыщения поверхности стали кремнием. 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. Силицированный слой представляет собой твердый раствор кремния в α -железе. Силицированный слой несмотря на низкую твердость (HV 2000-3000) и пористость после пропитки маслом при температуре 170-200 °C имеет повышенную износостойкость.



Благодарю за внимание!

tvernick@ mail.ru





