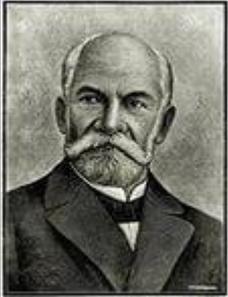


ОСНОВЫ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ МЕТАЛЛОВ И СПЛАВОВ

Выполнила:
Студентка группы ТЭ-11
Беляева Ольга

Сущность термической обработки



Основы термической обработки металла заложены в конце XIX века русским металлургом Д.К.Черновым. Наблюдая изменения, происходящие о внутреннем строении стали при ее нагревании и охлаждении, Чернов пришел к выводу, что эти изменения можно использовать в практических целях и управлять ими. Устанавливая режим нагревания и охлаждения, можно тем самым изменять некоторые свойства металлов.

Сущность термической обработки

Термическая обработка стали основана на свойстве металлов изменять свою структуру при нагревании и охлаждении. Путем термической обработки стали можно придавать ей различные свойства: сделать стальное изделие хрупким и твердым или, наоборот, мягким и пластичным.

Термическая обработка стали заключается в нагревании изделия или заготовки до определенной температуры, некоторой выдержки при этой температуре и последующим охлаждением с определенной скоростью.

Сущность термической обработки

Режим нагревания, выдержки и охлаждения зависит от того, из какой марки получено изделие, формы и размеров изделия и других причин.

Чтобы избежать брака при термообработке и добиться определенного режима, необходимо регулировать температуру нагрева изделия. Наблюдение за температурой в нагревательных печах ведут при помощи термопар и гальванометра.

Сущность термической обработки

Температуру нагрева изделия можно также определить по цветам побежалости и каления. При нагревании защищенного изделия на его поверхности образуется пленка окисла.

При увеличении температуры и длительности нагрева толщина слоя пленки возрастает и цвет ее изменяется. Цвета окисных пленок на стальных изделиях при нагревании от 220° до 350° называются **цветами побежалости**.

При нагревании стали выше 530° сталь начинает светиться. С повышением температуры свечение стали меняется. Цвета, принимаемые сталью при нагревании выше 530° , называются **цветами каления**.

Виды термической обработки стали

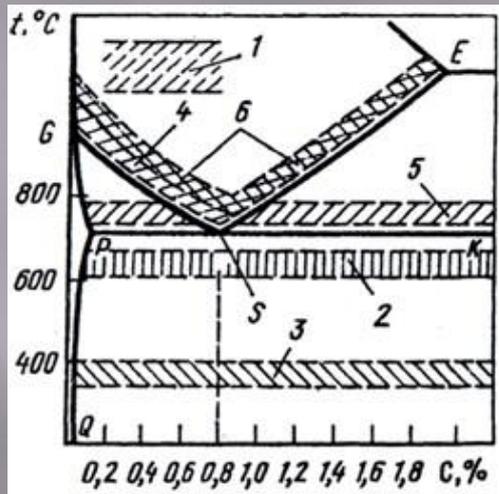
- Отжиг
- Закалка
- Отпуск
- Нормализация
- Криогенная Обработка
- Старение

Отжиг

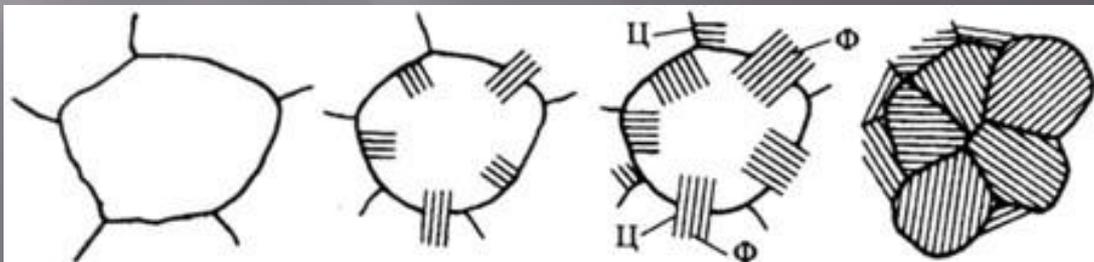
- **Отжиг** – термическая обработка, в результате которой металлы или сплавы приобретают структуру, близкую к равновесной. Отжиг вызывает разупрочнение металлов, сопровождающееся повышением пластичности и снятием остаточных напряжений.
- *Отжиг заключается* в нагреве изделий до определенной температуры, выдержке их при данной температуре с последующим медленным охлаждением вместе с печью. При этом заготовки или изделия получают устойчивую структуру без остаточных напряжений.
- **Цели отжига** – снятие внутренних напряжений, устранение структурной и химической неоднородности, снижение твердости и улучшение обрабатываемости, подготовка к последующей операции термообработки.

Отжиг стали

- Отжиг стали проводят для получения требуемой равновесной структуры с минимальной твердостью, с целью дальнейшей обработки получаемых деталей резанием. Изделие нагревают до нужной температуры и охлаждают вместе с печью.



Области нагрева стали при отжиге: 1 – диффузионном; 2 – рекристаллизационном; 3 – для снятия напряжений; 4 – полном; 5 – неполном; 6 – нормализационном.



Структурные превращение в эвтектоидной стали при полном отжиге

Закалка

ЗАКАЛКА – заключается в нагревании стального изделия до определенной температуры, выдержки и **быстром охлаждении**.

Цель закалки состоит в том, чтобы зафиксировать при более низкой температуре высокотемпературные структурные составляющие или продукты их распада.



Закалка

Скорость охлаждения зависит от охлаждающей среды. Распространенной охлаждающей жидкостью является вода. Кроме воды, для охлаждения при закалке применяют ряд растворов, масло, расплавленный свинец и др. Выбор охлаждающей среды зависит от содержания углерода в стали. Сталь, содержащая углерода 0,9%, требует наименьшей скорости закалки. Стали Ст.1, Ст.2, Ст.3, 10 и 15 закалки не подвергают. Легированные стали закалывают маслом.

Закалку применяют для повышения твердости, прочности и износостойкости.

Для предупреждения трещин и коробления длинные изделия (зубила, сверла) следует погружать в охлаждающую жидкость вертикально, а после погружения перемещать вверх и вниз.

Закалка

Сталь различного состава при одинаковом режиме закалки имеет неодинаковую толщину закаленного слоя. В изделиях большой толщины скорость охлаждения внутренних и поверхностных слоев различна.

Способность стали закаливаться на большую или меньшую глубину называется **прокаливаемостью**.

Наименьшей прокаливаемостью обладают углеродистые стали.



Способы закалки

- Закалка в одном охладителе — нагретую до определённых температур деталь погружают в закалочную жидкость, где она остаётся до полного охлаждения. Этот способ применяется при закалке несложных деталей из углеродистых и легированных сталей.
- Прерывистая закалка в двух средах — этот способ применяют при закалке высокоуглеродистых сталей. Деталь сначала быстро охлаждают в быстро охлаждающей среде (например воде), а затем в медленно охлаждающей (масло).
- Струйчатая закалка заключается в обрызгивании детали интенсивной струёй воды и обычно её применяют тогда, когда нужно закалить часть детали. При этом способе не образуется паровая рубашка, что обеспечивает более глубокую прокаливаемость, чем простая закалка в воде. Такая закалка обычно производится в индукторах на установках ТВЧ (токи высокой частоты).



Установка
ТВЧ для
закалки

Закалка в одном охладителе



Струйная закалка



_mp4.avi

Способы закалки

- ▣ Ступенчатая закалка — закалка, при которой деталь охлаждается в закалочной среде, имеющей температуру выше мартенситной точки для данной стали. При охлаждении и выдержке в этой среде закаливаемая деталь должна приобрести во всех точках сечения температуру закалочной ванны. Затем следует окончательное, обычно медленное, охлаждение, во время которого и происходит закалка, то есть превращение аустенита в мартенсит.
- ▣ Изотермическая закалка. В отличие от ступенчатой при изотермической закалке необходимо выдерживать сталь в закалочной среде столько времени, чтобы успешно закончилось изотермическое превращение аустенита.
- ▣ Лазерная закалка. Термическое упрочнение металлов и сплавов лазерным излучением основано на локальном нагреве участка поверхности под воздействием излучения и последующем охлаждении этого поверхностного участка со сверхкритической скоростью в результате теплоотвода теплоты во внутренние слои металла. В отличие от других известных процессов термоупрочнения (закалкой токами высокой частоты, электронагревом, закалкой из расплава и другими способами) нагрев при лазерной закалке является не объемным, а поверхностным процессом.

Лазерная закалка



Отпуск

ОТПУСК – заключается в нагреве закаленной стали до определенной температуры (ниже 723), выдержке при этой температуре и охлаждении; проводится сразу после закалки.

Закалка и последующий отпуск при высокой температуре называют **термическим улучшением**. При этом механические свойства стали становятся наиболее высокими.

Отпуск

- Термическую обработку легированных сталей производят с учетом влияния легирующих элементов (хрома, никеля, марганца и т.д.). Скорость охлаждения легированных сталей ниже, чем углеродистых.

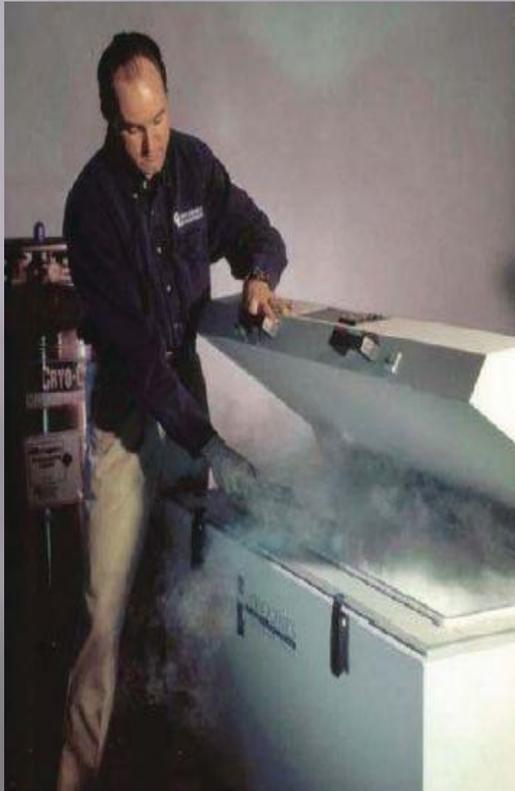


Нормализация

- **Нормализация.** Изделие нагревают до аустенитного состояния (на 30...50 градусов выше АС3) и охлаждают на спокойном воздухе

Структура низкоуглеродистой стали после нормализации феррито-перлитная, такая же, как и после отжига, а у средне- и высокоуглеродистой стали — сорбитная. В некоторых случаях нормализация может заменить для низкоуглеродистой стали отжиг, а для высокоуглеродистой — улучшение (закалку с высоким **отпуском**). Часто нормализацию используют для подготовки стали к закалке. Нормализация обеспечивает большую производительность и лучшее качество поверхности при обработке резанием

Криогенная обработка или обработка холодом



Чтобы повысить механические свойства стали ее **обрабатывают холодом**. Сталь охлаждают в специальных холодильных установках до температуры от -20 до -100 с выдержкой около 1,5 часов. Охлаждающими жидкостями являются: жидкий воздух, азот, смесь твердой углекислоты с денатурированным спиртом.

После выдержки производят отпуск. В результате такой обработки твердость изделия значительно повышается, улучшается его износостойчивость.

Обработку холодом применяют главным образом для режущих инструментов.

Старение

- **Старение стали** — изменение свойств материала (стали), протекающее во времени без заметного изменения микроструктуры. Такие процессы происходят главным образом в низкоуглеродистых сталях (менее 0,25 % С).

При старении за счёт скопления атомов углерода на дислокациях или выделения избыточных фаз и феррита (карбидов, нитридов) повышается прочность, порог хладноломкости и снижается сопротивление хрупкому разрушению. Склонность стали к старению снижается при легировании её алюминием, титаном или ванадием.



Термическое старение

- При ускоренном охлаждении с 650—700 °С в низкоуглеродистой стали задерживается выделение третичного цементита и при нормальной температуре фиксируется перенасыщенный раствор (феррит). При последующей выдержке стали при нормальной температуре или при повышенной 50—150 °С происходит образование атмосфер Коттрелла или распад твёрдого раствора с выделением третичного цементита (ϵ -карбида) в виде дисперсных частиц. Старение технического железа (стали) также может быть вызвано выделением твёрдых частиц нитрида Fe_{16}N_2 или Fe_4N

Механическое старение

- Это процесс, протекающий после пластической деформации, если она происходит ниже температуры рекристаллизации. Такое старение развивается в течение 15—16 суток при комнатной температуре и в течение нескольких минут при 200—350 °С. При нагреве деформированной стали возможно образование частиц карбидов и метастабильной нитридной фазы Fe_{16}N_2 или стабильного нитрида Fe_4N . Развитие деформационного старения резко ухудшает штампуемость листовой стали, поэтому многие углеродистые стали подвергают обязательно испытаниям на склонность их к деформационному старению.

Используемая литература

- И. И. Новиков. Термическая обработка
- А. П. Гуляев. Металловедение
- Суперсплавы II, Москва, «Металлургия», 1995
- А. Ю. Маламут. Термопечи, Москва, 2010.
- <http://www.bibliotekar.ru>