**Задание для обучающихся**

**с применением дистанционных образовательных технологий**

**и электронного обучения**

Дата: 15 декабря 2020г.

Группа: А-19

Учебная дисциплина: Материаловедение

Тема занятия: Микроанализ химико-термически обработанных сталей

Форма: практическая работа

**Содержание занятия:**

1. Повторение теоретического материала
2. Составление таблицы

**Теоретический материал**

Процесс насыщения поверхности стали углеродом назы­вается цементацией.

Цементации подвергаются углеродистые и легированные стали с содержанием углерода до 0,25% (иногда цементируют стали и с большим содержанием углерода).

После цементации в результате науглероживания поверх­ностного слоя содержание углерода в нем увеличивается до 0,8 – 1,2%, к сердцевине оно постепенно уменьшается. Это зна­чит, что по содержанию углерода цементированный слой будет иметь у поверхности структуру и свойства заэзтектоидной стали, на некоторой глубине - эвтектоидной и затем — доэвтектоидной. За глубину цементации принимают глубину слоя от поверхности до половины доэвтектоидной зоны. Чаще всего глу­бина слоя цементации 0,5 - 2,2 мм.

Нагрев стали при цементации ведется до температуры 880 - 940° С в присутствии карбюризатора - вещества, содержа­щего углерод. При высоких температурах в карбюризаторе про­текают химические реакции, в результате которых выделяется атомарный углерод. Он обладает большой химической актив­ностью и проникает (диффундирует) в гамма-железо.

Для получения нужной глубины цементированного слоя де­тали выдерживаются длительное время при достигнутой температуре. Время выдержки зависит от требуемой глубины цементации: для получения слоя глубиной 1 мм оно при про­цессе твердой цементации равно 6,5 - 10 ч, для слоя глубиной от 1,6 до 2 м –

14 - 19 ч.

Для ускорения процесса цементации на отдельных предприя­тиях практикуется нагрев стали выше 950° С, но это связано с ростом зерна.

В результате длительной выдержки при цементации сталь перегревается и становится хрупкой. Кроме того, охлаждение на воздухе не обеспечивает нужной твердости.

Чтобы придать цементированной стали высокие механические свойства, ее подвергают термической обработке (закалке и отпуску).

Существует несколько способов термической обработки после цементации:

а) после удаления из печи деталь, имеющая температуру цементации, закаливается;

6) деталь подстуживается до температуры 800 - 850° С и за­тем закаливается;

в) после цементации деталь охлаждается, затем вновь нагревается до температуры закалки и закаливается;

г) после цементации детали охлаждаются на воздухе, затем производится нормализация и закалка.

Во всех случаях после закалки следует низкий отпуск (температура 180 - 200°С, продолжительность выдержки 1- 2 ч).

В результате цементации и закалки с отпуском поверхность стали приобретает мелкозернистую структуру, высокую твер­дость (НRС>58) и износоустойчивость, коррозионную стой­кость.

Имеется три вида цементации: в твердом карбюризаторе, жидкостная и газовая.

**Основные способы цементации**

1) Цементация в твердом карбюризаторе широко применяет­ся в производстве. Основу твердого карбюризатора составляют древесный уголь (лучше березовый), угольный или торфяной кокс. Для ускорения процесса цементации добавляются угле­кислый барий (ВаСО3), углекислый натрий (Nа2С03) и другие вещества.

Детали закладываются в металлические ящики и засыпаются карбюризатором так, чтобы они не касались одна другой, дна и стенок ящика. После упаковки ящик закрывается крышкой, стыки обмазываются огнеупорной глиной. Места деталей, не подлежащие цементации, покрываются слоем меди или обмазками из талька и жидкого стекла.

Ящики с деталями нагреваются в камерных печах периодического или непрерывного действия с газообразным или жидким топливом, реже в электропечах и выдерживаются в течение времени, необходимого для науглероживания на нужную глубину.

Для контроля за ходом процесса цементации ящики имеют 2 - 3 отверстия, куда вставляются стержни диаметром 5 - 6 мм из того же материала, что и цементируемая сталь («свидетели»). Перед предполагаемым временем окончания процесса «свидете­ли» вынимаются, разламываются. В изломе отчетливо виден матово-серый ободок цементированного слоя.

2) Жидкостная цементация применяется главным образом для мелких деталей (шестерен, втулок, пальцев, осей, болтов и т. п.). Детали погружаются в ванны с карбюризатором такого состава: 75 - 80% соды (Nа2СО3), 10 - 15% поваренной соли (NаСl) и 6 - 10% карбида кремния (SiС). Процесс ведется при температуре 815 - 860° С. Науглероживание идет за счет углеро­да, выделяющегося из карбида кремния. В результате химиче­ских реакций образуется также шлак, который периодически удаляется.

После жидкостной цементации и закалки в воде или масле сталь приобретает твердость НRС = 56 - 62.

По сравнению с цементацией в твердом карбюризаторе про­цесс жидкостной цементации отличается меньшей продолжи­тельностью (для слоя 1 мм – 3 - 4 ч вместо 10 ч при цементации в твердом карбюризаторе), отсутствием обезуглероживания и окалины. Благодаря равномерному нагреву в ванне уменьшает­ся коробление.

3) Газовая цементация производится в шахтных печах или муфельных печах непрерывного действия. Детали помещаются в печь на металлических поддонах, специальных подвесках, где они располагаются на некотором расстоянии одна от другой (5 - 10 мм), мелкие детали загружаются в металлические корзины навалом.

В качестве карбюризаторов применяются природный, нефтя­ной, светильный газы, богатые окисью углерода и углеводоро­дами. Нагрев ведется до температуры 920 - 950° С. При этой температуре детали выдерживаются при непрерывной подаче це­ментирующего газа. Продолжительность выдержки для слоя глу­биной 1 мм 4 - 5 ч.

К преимуществам газовой цементации относится меньшая продолжительность процесса, возможность точного регулирова­ния хода его за счет изменения состава газа, простота оборудо­вания, возможность производить закалку прямо из печи. По­этому в настоящее время газовая цементация наиболее широко применяется в производстве.

На московском заводе им. Лихачева внедрен способ скорост­ной газовой цементации, шестерен. Нагрев шестерен ведется в муфелях с электрическим подогревом токами высокой частоты до температуры 1050 - 1080° С. В муфели подается цементирую­щий газ. Продолжительность процесса для получения слоя глубиной 1 мм 40 - 50 мин. Весь процесс механизирован и авто­матизирован.

**Азотирование стали**

Процесс насыщения поверхности азотом называется азо­тированием.

Чаще всего азотирование стали ведется в атмосфере аммиа­ка (NН3). При высокой температуре аммиак разлагается, выде­ляющийся при этом химически активный азот проникает в по­верхность стали, внедряясь в кристаллическую решетку железа или образовывая с железом химические соединения - нитриды, отличающиеся очень высокой твердостью.

Продолжительный процесс газового азотирования имеет целью повышение твердости, износоустойчивости, сопротивлении усталости. Наиболее пригодные для

газового азотирования леги­рованные стали, содержащие алюминий, молибден, хром, в част­ности сталь 38ХНМЮА.

Перед азотированием обычно производится закалка с высо­ким отпуском. Места, не подлежащие азотиро­ванию, лудятся или покрываются специальными обмазками. За­тем детали загружаются в электрические камерные или шахтные печи с герметическим муфелем. Они должны располагаться на некотором расстоянии одна от другой, мелкие детали укладываются навалом. После этого в печь подается аммиак, и начи­нается нагрев муфеля.

Нагрев ведется до температуры 480 - 525° С. При этой темпе­ратуре достигается наибольшая твердость (НV = 1050 - 1150) и наименьшая деформация деталей.

Время выдержки в среде аммиака зависит от требуемой глу­бины азотированного слоя. Оно составляет 24 - 60 ч, т. е. процесс отличается очень большой продолжительностью. Глубина азо­тированного слоя обычно 0,5 - 0,8 мм.

После азотирования термическая обработка не производит­ся. Детали подвергают лишь отделке (шлифовке, доводке).

Продолжительный процесс газового азотирования применяет­ся для деталей машин, работающих при больших и переменных нагрузках; коленчатых валов, шестерен, ходовых винтов и шпин­делей станков, клапанов. Азотируются также измерительные инструменты: калибры-пробки, калибры-скобы, шаблоны, резь­бовые калибры и т. д.

Антикоррозионное азотирование применяется для прида­ния деталям из низкоуглеродистой стали коррозионной стойкости. Для этого детали нагреваются в атмосфере аммиака до темпе­ратуры 500 - 850° С в течение непродолжительного времени (от 2 - 3 ч при температуре 500° С до 10 - 20 мин при температуре 800 - 850° С). Глубина слоя при антикоррозионном азотировании 0,02 - 0,006 мм.

Антикоррозионное азотирование не преследует цели повы­шения механических свойств стали.

**Цианирование** - это процесс насыщения поверхностного слоя азотом и углеродом. Одновременное присутствие углерода и азота ускоряет их диффузию в поверхность стали.

В результате планирования сталь приобретает высокую твер­дость (НV = 950 - 1100), износоустойчивость, коррозионную стой­кость. Цианированию подвергают углеродистые и легированные стали.

Различают высокотемпературное и низкотем­пературное цианирование.

При высокотемпературном цианировании нагрев ведется выше критической точки Ас3, при низкотемпературном - ниже крити­ческой точки Ас1. В первом случае сталь в большей мере насыщается углеродом, во втором - азотом.

Цианирование может производиться в жидкой, газовой и твердой средах.

**Жидкостное цианирование** производится в ваннах с рас­плавленными цианистыми солями - цианидом натрия (NаСN) или калия (КСN), поваренной солью (NаС1) и содой (Nа2СО3). В результате химического взаимодействия выделяются химиче­ски активные азот и углерод.

Высокотемпературное жидкостное цианирование применяется для деталей из углеродистых и легированных сталей с содержанием углерода 0,3 - 0,4% (шестерни, болты, втулки) и производится в печах-ваннах при температуре 820 - 850° С. Глубина проникновения азота и углерода 0,1 - 0,3 мм, содержа­ние углерода в

поверхностном слое повышается до 0,5 - 0,7%, содержание азота - до 0,6 - 0,8%. Продолжительность цианирования для получения слоя 0,1 мм около 45 мин. После планиро­вания производится закалка и отпуск,

Низкотемпературное жидкостное цианирование при­меняется для увеличения стойкости инструментов из быстроре­жущей стали и производится в ваннах при температуре 550 - 560° С. Оно обеспечивает повышение стойкости инструмента в 1,5 - 2 раза.

Недостатком жидкостного цианирования является высокая стоимость цианистых солей, которые к тому же являются силь­ными ядами.

**Газовое цианирование** (нитроцементация) производится в атмосфере, содержащей азот и углерод. В печь для газовой цементации вводят смеси окиси углерода и аммиака. В резуль­тате химических реакций выделяются азот и углерод, которые проникают в поверхность стали.

Высокотемпературное газовое цианирование ведется для цементируемых конструкционных сталей (температура на­грева 850 - 870° С, глубина слоя до 0,35 мм, время выдержки 2 - 4 ч); низкотемпературное - для повышения твердо­сти и стойкости инструментов из быстрорежущей стали (темпе­ратура нагрева 550 - 560° С, глубина слоя 0,015 - 0,04 мм, про­должительность процесса 1 - 3 ч).

Газовое цианирование продолжается несколько дольше, чем жидкостное, но благодаря безвредности и невысокой стоимости находит широкое применение.

**Твердое цианирование** производится для режущих инстру­ментов с целью повышения их стойкости. Полностью готовые, заточенные и прошедшие термическую обработку инструменты упаковываются в ящики с цианирующими смесями (древесный уголь, желтая кровяная соль — синькали, сода и др.). Нагрев обычно ведется до температуры 540 - 560° С, продолжительность выдержки 2 - 4 ч, глубина цианированного слоя 0,02 - 0,03 мм.

Вместо смесей для твердого цианирования применяются так­же пасты, состоящие из стандартного карбюризатора, поташа, желтой кровяной соли, жидкого стекла. Пасту наносят на инстру­мент слоем 3 - 4 мм. Цианирование ведут 1,5 - 2,5 ч.

**Задание:**

Сравните процессы цементации, азотирования и цианирования. Данные о них

сведите в таблицу 1 «Основные процессы химико-термической обработ­ки». На основании анализа таблицы укажите, какой из про­цессов имеет наименьшую продолжительность; какой обеспечивает наиболь­шую твердость, глубину слоя, требует более низкой температуры нагрева, какие процессы химико-термической обработки применяются для инструмен­тов, какие - для конструкционных сталей.

Таблица 1- Основные процессы химико - термической обработки

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Показатель | Цементация | | | Азотирование | | Цианирование | | | |
| В твердом карбюризаторе | газовая | жидкостная | Продолжительный процесс | антикоррозионное | жидкостное | | газовое | |
| Высоко-  температурное | Низко-  температурное | Высоко-  температурное | Низко-  температурное |
| Применяемые для процесса вещества |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Стали, для которых применяется данный процесс |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Температура нагрева |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Время выдержки |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Глубина слоя |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Термическая обработка |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Твердость по Роквеллу |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Назначение |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Преимущества |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Недостатки |  |  |  |  |  |  |  |  |  |

**Форма отчета.**

1. Сделать фото заполненной таблицы и ответов на вопросы в тетради
2. **Срок выполнения задания** 15.12.2020г.
3. **Получатель отчета.** Сделанные фото высылаем в Google Класс.