**Лабораторная** **работа**

**ОТПУСК** **СТАЛИ**

Отпуском называют нагрев ЗАКАЛЕННОЙ стали до температуры ниже фазовых превращений (т.е. для сталей ниже АC1) , выдержка при этой температуре и последующее охлаждение. Отпуск заключительная операция термообработки, он формирует окончательную структуру, а, следовательно, и свойства стали.

Цели отпуска: получить более равновесную структуру, необходимые свойства и снять внутренние напряжения, возникшие в изделии при закалке.

**Цель** **работы**

Изучить характер влияния режима отпуска и легирующих элементов на устойчивость мартенсита в конструкционных низколегированных сталях.

**Материал** **исследования**

Образцы сталей 30, 30Х, 30ХГС.

Порядок работы

1. Выписать из марочника стали химические составы (ГОСТ 1050-88 и ГОСТ 4543-71), критические точки исследуемых сталей.

Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Химический состав, % вес. | | | | | | Критические точки, 0C | |
| C | Si | Mn | Cr | S не более | P не более | АC1 | АC3 |
| 30 |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30Х |  |  |  |  |  |  |  |  |
| 30ХГС |  |  |  |  |  |  |  |  |

2. Подобрать режим закалки, а именно температуру нагрева, время выдержки при этой температуре и охлаждающую среду.

а) температуру нагрева под закалку выбираем:

Формула выбора температуры под закалку для доэвтектоидных сталей tн = ;

***Произвести*** ***расчет*** ***температур*** ***под*** ***закалку,*** ***результаты*** ***которого*** ***занести*** ***в*** ***таблицу*** ***4*** ***(Рабочую)***

б) продолжительность нагрева под закалку выбирать из расчета, что форма цилиндрическая, диаметром 12мм

Таблица 2

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Температур а нагрева, 0 С | Форма изделия | | |
| Круг | квадрат | Пластина |
| Продолжительность нагрева, мин | | |
| на 1 мм диаметра | на 1 мм толщины | |
| 600 | 2,0 | 3,0 | 4.0 |
| 700 | 1,5 | 2,2 | 3,0 |
| 800 | 1,0 | 1,5 | 2,0 |
| 900 | 0,8 | 1,2 | 1,6 |
| 1 000 | 0,4 | 0,6 | 0,8 |

***Произвести*** ***расчет*** ***продолжительности*** ***выдержки*** ***и*** ***занести*** ***полученные*** ***результаты*** ***в*** ***таблицу*** ***4***

в) для выбора охлаждающей среды при закалке необходимо определить Vвкз указанных сталей. При закалке скорость охлаждения должна быть больше Vвкз Критическую скорость закалки определяется по диаграммами изотермического распада переохлажденного аустенита (С-образными диаграммами).

***В*** ***отчете*** ***нарисовать*** ***схемы*** ***С-диаграмм*** ***для*** ***трех*** ***сталей*** ***в*** ***левой*** ***части*** ***страницы*** ***одну*** ***под*** ***другой.*** ***Так*** ***Вы*** ***наглядно*** ***увидите,*** ***что*** ***при*** ***легировании*** ***увеличивается*** ***устойчивость*** ***аустенита*** ***и*** ***С-диаграммы*** ***сдвигаются*** ***вправо*** ***по*** ***оси*** ***времени.*** ***Кроме*** ***того,*** ***при*** ***введении*** ***карбидообразующих*** ***элементов*** ***(хром)*** ***диаграмма*** ***становится*** ***более*** ***сложной:*** ***разделение*** ***по*** ***на*** ***I*** ***II*** ***ступень*** ***распада.*** ***На*** ***С-*** ***диаграммах*** ***проведите*** ***Vвкз.*** ***В*** ***левой*** ***части*** ***страницы*** ***привести*** ***расчеты*** ***по*** ***Vвкз.***

Сталь 30

Vвкз=

Сталь 30ХА

Vвкз=

Сталь 30ХГСА

Vвкз=

***ВНИМАНИЕ!***

***Верхняя*** ***критическая*** ***скорость*** ***закалки*** ***(VВКЗ)*** ***это*** ***скорость,*** ***при*** ***которой*** ***ВЕСЬ*** ***аустенит*** ***оказывается*** ***переохлаждённым*** ***до*** ***температурного*** ***интервала*** ***мартенситного*** ***превращения.*** ***Определяется*** ***путем*** ***проведения*** ***касательной*** ***к*** ***«носу»*** ***линии*** ***начала*** ***распада*** ***аустенита..(рис.1)***

*Аустенит* *равновесный* A1

*Перлитная* *область* 550 *(I* *ступень)*

500 *Промежуточная* *область* *(II* *ступень)*

Начало превращения

МН *Мартенситная* *область* 20 *(III* *ступень)*

К Логарифм времени

vвкз

***Рис.*** ***Схема*** ***С-диаграммы*** ***эвтектоидной*** ***стали***

***Верхнюю*** ***критическую*** ***скорость*** ***можно*** ***определить*** ***по*** ***формуле***

***где*** ***А1*** ***–*** ***температура*** ***критической*** ***точки;*** ***tmin*** ***–*** ***минимальной*** ***устойчивости*** ***аустенита;*** ***τmin*** ***–*** ***время*** ***устойчивости*** ***аустенита.***

***температура*** ***минимальной***

***У*** ***стали*** ***30*** ***очень*** ***низкая*** ***устойчивость*** ***аустенита*** ***τmin*** ***примите*** ***равной*** ***0,2*** ***сек.***

***Рассчитанные*** ***скорости*** ***занести*** ***в*** ***таблицу*** ***4***

***На*** ***основании*** ***рассчитанных*** ***скоростей*** ***по*** ***таблице*** ***3*** ***выбрать*** ***охлаждающую*** ***среду.***

***Таблица*** ***3***

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| ***Закаливающая*** ***среда*** | ***Скорость*** ***охлаждения*** ***0/c*** ***в*** ***интервале*** ***температур*** | |
| ***550–6500*** | ***200–3000*** |
| ***Вода*** ***при*** ***180*** | ***600*** | ***270*** |
| ***Вода*** ***при*** ***250*** | ***500*** | ***270*** |
| ***Вода*** ***при*** ***500*** | ***100*** | ***270*** |
| ***Вода*** ***при*** ***740*** | ***30*** | ***200*** |
| ***10%*** ***раствор*** ***NaOH*** ***в*** ***воде*** | ***1200*** | ***300*** |
| ***10%*** ***раствор*** ***NaCl*** ***в*** ***воде*** | ***1100*** | ***300*** |
| ***Эмульсия*** ***масла*** ***в*** ***воде*** | ***70*** | ***200*** |
| ***Минеральное*** ***машинное*** ***масло*** | ***100*** | ***15–18*** |

***Записать*** ***–*** ***какую*** ***среду*** ***выбрали.*** ***(Скорость*** ***охлаждения*** ***при*** ***закалке*** ***д.б.*** ***больше*** ***Vвкз)***

4. Провести закалку образцов по выбранным режимам.

***В*** ***печь*** ***щипцами*** ***закладываем*** ***девять*** ***образцов:*** ***по*** ***три*** ***образца*** ***каждой*** ***марки*** ***стали*** ***(т.к.*** ***закаленная*** ***сталь*** ***будет*** ***подвергаться*** ***трем*** ***видам*** ***отпуска).*** ***Через*** ***определенное*** ***время*** ***образцы*** ***достаем*** ***из*** ***печи*** ***и*** ***БЫСТРО*** ***погружаем*** ***в*** ***емкость*** ***со*** ***средой,*** ***выбранной*** ***Вами*** ***для*** ***закалки.***

5. Заточить образцы на наждаке и измерить твердость всех образцов на приборе Роквелла по шкале «С» твердость HRC.

***Значения*** ***твердости*** ***приведены*** ***в*** ***РАБОЧЕЙ*** ***таблице*** ***4.*** ***Обращаю*** ***внимание,*** ***что*** ***твердости*** ***сталей*** ***после*** ***закалки*** ***почти*** ***одинаковые*** ***(в*** ***этих*** ***малолегированных*** ***сталях*** ***среднее*** ***содержание*** ***углерода*** ***одинаковое).*** ***Твердость*** ***мартенсита*** ***зависит*** ***от*** ***содержания*** ***в*** ***нем*** ***углерода.***

6. Закаленные образцы подвергнуть различным видам отпуска:

а) низкотемпературному отпуску (НТО) при температурах 2000 С; б) среднетемпературному отпуску (СТО) при температурах4000 С; в) высокотемпературному отпуску (ВТО) при температурах 6000 С.

Время выдержки при каждой температуре 30 минут.

7. После отпуска образцы заточить на наждаке и снова измерить твердость НRС.

8. Значения твердости приведены в таблице 4 ***Остальные*** ***параметры*** ***заполняете*** ***самостоятельно.***

***В*** ***строчке*** ***микроструктура*** ***пишете*** ***какая*** ***получается*** ***структура*** ***и*** ***зарисовываете*** ***ее*** ***схему*** ***(из*** ***лекционного*** ***материала)***

Таблица 4

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Закалка | | | | | Твердость HRC после отпуска при температурах | | |
| tн , 0 С |  выд, Мин | Vвкз о/сек | охл. среда | HRC | 2000 С | 4000 С | 6000 С |
| 30 |  |  |  |  | 52 | 52 | 37 | 18 |
| 30Х |  |  |  |  | 51 | 52 | 42 | 24 |
| 30ХГС |  |  |  |  | 52 | 52 | 47 | 31 |
| Микро структ ура |  | | | | |  |  |  |

9. По полученным данным построить график изменения твердости в зависимости от температуры отпуска, причем данные после закалки отметить на вертикальной оси.

*Влияние* *температуры* *отпуска* *на* *твердость* *закаленной* *стали*

10. Сделать выводы по работе:

а) о влиянии температуры отпуска на твердость закаленной стали;

б) о влиянии легирующих элементов на Vвкз и твердость исследованных сталей при одинаковом режиме отпуска.

В выводах помимо результаты **ОБЯЗАТЕЛЬНО** привести теоретическое объяснение.