Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Институт металлургии, машиностроения и транспорта

Кафедра «ТЕХНОЛОГИЯ И ИССЛЕДОВАНИЕ МАТЕРИАЛОВ»

Отчет по лабораторной работе №4

«Определение марки стали»

Выполнил:

студент гр.43314/1 <подпись> Сидоров Н.А.

Принял:

доцент, к.т.н. <подпись> Масликова Е.И.

Санкт-Петербург

2016

**Цель работы:**

1. Определить марку стали используя термическую обработку.

**Теоретическая часть:**

Свойства стали определяются ее внутренним строением (структурой), зависящим от химического состава и обработки, начиная от способа производства до окончательной термообработки. Одним из технологических свойств стали при термообработке является *закаливаемость* - способность получать высокую твердость после закалки с оптимальных температур нагрева со скоростью охлаждения больше критической.

Твердость получаемой структуры мартенсита зависит от содержания углерода в пересыщенной α-фазе. Такая же закономерность влияния углерода на твердость, связанная с увеличением в структуре перлита и соответственно уменьшением количества феррита, сохраняется для доэвтектоидной стали в отожженном состоянии. Присутствие свободного феррита в доэвтектоидной закаленной стали снижает твердость до значений, сопоставимых с твердостью, закаленной стали с пониженным содержанием углерода. В легированных отожженных сталях твердость выше на 10...20 НВ. В табл. 1.1 приводятся средние значения твердости отожженной и закаленной стали в зависимости от содержания углерода.

Таблица 1.1. Влияние содержания углерода на твердость отожженной и закаленной стали

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Содержание углерода, % | Твердость после отжига, НВ | Твердость после закалки, HRC |
| до 0,12 | до 146 | около 30 |
| 0,15…0,3 | 149... 179 | 30...40 |
| 0,4...0,6 | 197...229 | 50...60 |
| 0,7 и более | 166...223\* | 60...65 |

\*Примечание: после изотермического отжига на структуру зернистого перлита.

Естественно, что в соответствии с термокинетической диаграммой распада переохлажденного аустенита в зависимости от скорости охлаждения получаются различные продукты распада, отличающиеся как дисперсностью феррито-карбидной смеси, так и количеством и соотношением получаемых фаз и структурных составляющих. Такими фазами и структурными составляющими могут быть феррит, карбиды, мартенсит, бейнит, тростит, сорбит и перлит. Полученная при непрерывном охлаждении в процессе распада аустенита структура и определяет твердость стали.

При отпуске закаленной на мартенсит стали происходит его распад с выделением вторичных фаз (карбиды, нитриды, карбонитриды и др.) и последующая их коалесценция (укрупнение) с повышением температуры нагрева.

Легирующие элементы практически не оказывают влияния на твердость стали после закалки. Но они смещают положение точек *A1* и *А3* на диаграмме состояния Fe-C, понижают температуру начала мартенситного превращения (кроме Со и А1), увеличивают устойчивость аустенита, тем самым снижая критическую скорость закалки. При равной скорости охлаждения в легированных сталях получается более дисперсная феррито-карбидная смесь. Структура мартенсита образуется при охлаждении в менее резких охлаждающих средах (масло, водовоздушная смесь, воздух). Присутствие карбидообразующих элементов Cr, Mo, W, V, Nb, Ti и других в стали уменьшает склонность стали к перегреву и замедляет процесс распада твердого раствора при отпуске. В высоколегированных сталях может наблюдаться эффект вторичного твердения за счет выделения карбидных и интерметаллидных фаз.

**Методика выполнения работы:**

Для данной работы были выбраны образцы стали 09Г2С (конструкционная низколегированная), 15Х5М (жаропрочная низколегированная) и У10 (инструментальная углеродистая).

Для нагрева используется лабораторная печь СНОЛ, твердость замеряется на приборе Роквелла (ТК-2м).

Таблица 1. Химический состав и критические точки сталей. [2]

|  |
| --- |
| **09Г2С** |
| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu | Fe |
| до 0,12 | 0,5-0,8 | 1,3 – 1,7 | до 0,3 | до 0,035 | до 0,035 | До 0,3 | до 0,3 | ~97 |
| Критические точки |
| Ac1 = 725 ˚С | Ac3(Acm) = 860 ˚С |  |
| **15Х5М** |
| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu | Fe |
| До 0,15 | До 0,5 | До 0,5 | до 0,6 | до 0,025 | до 0,03 | 4,5 - 6 | до 0,2 | ~91 |
| Критические точки |
| Ac1 = 815 ˚С | Ac3(Acm) = 848 ˚С |  |
| **У10** |
| C | Si | Mn | Ni | S | P | Cr | Cu | Fe |
| 0,57 – 0,65 | 1,5 - 2 | 0,6 - 0,9 | до 0,25 | до 0,035 | до 0,035 | до 0,3 | до 0,2 | ~96 |
| Критические точки |
| Ac1 = 730 ˚С | Ac3(Acm) = 800 ˚С | Mn = 210 ˚С |

Таблица 2. Термообработка образцов.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| № | Закалка | Прогнозируемая твердость, HRC |
| Тнагрева | Среда охлаждения | 09Г2С | 15Х5М | У10 |
| 1 | 760˚С | вода | <20 | <20 | 30 |
| 2 | 880˚С | вода | <20 | 40 | - |

Температуры закалки выбираем исходя из данных по критическим точкам сталей так, чтобы закаливался только один образец из группы. Например, после первой закалки мы получим закаленное состояние только у заэвтектоидной стали (У10) так как температура закалки заэвтектоидных сталей Ас1 + 40˚. А после второй закалки мы получим закаленное состояние только у стали 15Х5М, так как нагрев будет производиться выше Ас3 для 15Х5М, но ниже Ас3 для 09Г2С.

Время нагрева и выдержки считаем по диаметру самого большого образца (14 мм). 14 минут нагрев и 5 минут выдержка.

График 1. Схема ТО.

Закалку производим в воду для получения более высоких значений твердости, чтобы облегчить последующий анализ.

**Экспериментальные данные:**

После проведения первой закалки на 760˚С определяем образец стали У10, так как его твердость много выше остальных.

Таблица 3. Твердости образцов после закалки, HRC.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Образец | ТО №1 | ТО №2 | Марка стали |
| Образец №1 | 21 | 40 | 15Х5М |
| Образец №2 | 19 | 25 | 09Г2С |
| Образец №3 | 32 | - | У10 |

После первой ТО мы видим явный выигрыш по твердости у 3 образца из чего делаем вывод, что это сталь У10. После второй ТО твердость выше у 1 образца, что указывает на его закаленное состояние, следовательно, это сталь 15Х5М.

**Вывод:**

В ходе работы мы определили все три марки стали, воспользовавшись двумя термообработками.

**Список литературы**

1. Сергеев Ю.Г., Хайдоров А.Д., Масликова Е.И. Теоретические основы легирования: Лабораторный практикум, СПб: Изд-во Политехн. ун-та, 2005
2. Центральный металлический портал РФ [Электронный ресурс] URL: http://metallicheckiy-portal.ru/