**Разработка технологического процесса термической обработки детали.**

* Разработать технологический процесс термической обработки стальной детали: Палец звеньев гусеницы.
* Марка стали: Ст. 50Г
* Твердость после окончательной термообработки:

HRC 43-49

**Цель задания:** *практическое ознакомление с методикой разработки технологического процесса термической обработки деталей (автомобилей, тракторов и сельскохозяйственных машин); приобретение навыков самостоятельной работы со справочной литературой, более глубокое усвоение курса, а также проверка остаточных знаний материала, изучаемого в 1 семестре.*

Порядок выполнения задания:

1. Расшифровать марку заданной стали, описать ее микроструктуру, механические свойства до окончательной термообработки и указать, к какой группе по назначению она относится.
2. Описать характер влияния углерода и легирующих элементов заданной стали на положение критических точек Ас1 и Ас3, Асm. Рост зерна аустенита, закаливаемость и прокаливаемость, на положение точек Мн и Мк, на количество остаточного аустенита и на отпуск. При отсутствии легирующих элементов в заданной марке стали описать влияние постоянных примесей (марганца, кремния, серы, фосфора, кислорода, азота и водорода) на ее свойства.
3. Выбрать и обосновать последовательность операции предварительной и окончательной термообработки деталей, увязав с методами получения и обработки заготовки (литье, ковка или штамповка, прокат, механическая обработка).
4. Назначить и обосновать режим операций предварительной и окончательной термообработки деталей (температура нагрева и микроструктура в нагретом состоянии, охлаждающая среда).
5. Описать микроструктуру и механические свойства материала детали после окончательной термообработки.
6. **Расшифровка марки стали.**

**Сталь марки 50Г** : марганцовистая конструкционная качественная легированная сталь содержит от 0,45% до 0,5% углерода, до 1% марганца, до 0,0035% серы и 0,0035% фосфора.

Эта марка стали относится к группе легированных конструкционных сталей, это детали, из которых наряду с повышенной прочностью и износостойкостью требуется наличие пружинящих свойств (например, это такие детали как: цанги, разрезные кольца, пружинные шайбы, фрикционные диски, коленчатые валы, полуоси, цапфы, червяки, шестерни). Детали, подвергающиеся закалке и отпуску; эта сталь успешно заменяет дорогостоящие хромоникелевые стали.

**Подробнее:**

Сортовой прокат – ГОСТ 4543-71, ТУ 14-1-4518-88.

Фасонный прокат – ТУ 14-1-1271-75.

**Таблица 1. Массовая доля элементов, % по ГОСТ 4543-71**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **C** | **Si** | **Mn** | **S** | **P** | **Cr** | **Ni** | **N** | **Cu** |
| 0.48 – 0.56 | 0.17 –  0.37 | 0.70 –  1.00 | ≤ 0.035 | ≤ 0.035 | ≤ 0.30 | ≤ 0.30 | ≤ 0.008 | ≤ 0.30 |

**Свариваемость:**

- Трудно свариваемая;

- Рекомендуется подогрев и последующая термообработка.

**Обрабатываемость резанием:**

- В нормализированном состоянии при НВ 174 - 207 и σв = 620 Н/мм2.

KV = 0.95 (твердый сплав);

KV = 0.70 (быстрорежущая сталь).

**Таблица 2. Механические свойства при комнатной температуре.**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **НД** | **Режим термообработки** | | | **Сечение,**  **мм** | **σ0,2, Н/мм2** | **σв, Н/мм2** | **δ,**  **%** | **Ψ,**  **%** | **KCU,**  **Дж/см2** | | **HRC** | **HB** |
| **Операция** | **t, 0С** | **Охл. среда** | не менее | | | | | |  | ≤ 229 |
| ГОСТ 4543-71 | В оттоженном состоянии | | | свыше  5 до  250 | Не определяется | | | | | |  |  |
|  |  |  | до 80 | 375 | 620 | 15 | 40 | | 49 |  |  |
| Закалка | 835 – 865 | Вода и воздух | свыше 80 до 150 | 375 | 620 | 13 | 35 | | 44 |  | - |
| Отпуск | 550 - 650 | Воздух | свыше 150 до 250 | 375 | 620 | 12 | 42 | | 42 |  |  |

**σ0,2, Н/мм2  -** предел текучести условный с допуском на величину пластической деформации при нагружении 0,2%;

**σв, Н/мм2** - временное сопротивление (предельная прочность при разрыве).

**KCU, Дж/см2 -** ударная вязкость после разрыва.

**Ψ,** **% -** относительное сужение после разрыва.

**По степени раскисления:**

**Кипящая сталь** раскисляется только марганцем. Перед разложением в них содержится повышенное количество кислорода, который при затвердевания частично реагирует с углеродом и выделяется в виде пузырей окиси углерода CO.

**Назначение:**

Оси, коленчатые валы, шестерни, штоки, бандажи, детали арматуры, шатуны, карданные валы, тормозные рычаги, зубчатые колеса, анкерные болты, цанги, разрезные кольца, пружинные шайбы, фрикционные диски, коленчатые валы, полуоси, цапфы и т.д.

**2. Анализ влияния углерода и легирующих элементов стали на технологию ее термообработки и полученные результаты.**

Марганец понижает точку А3 и повышает точку А4 (расширяет области γ-железа). В присутствии марганца понижается температура эвтектоидного превращения стали (точка А1), а также понижается содержание углерода в эвтектоиде (перлите), С углеродом марганец образует карбид Mn3C. Карбид марганца Mn3C и карбид Fe3C обладают неограниченной растворимостью один в другом. Поэтому в марганцовистой стали находится сложный карбид типа (Fe, Mn) 3C. Растворяясь феррите, марганец повышает его твердость и прочность и понижает вязкость. По сравнению с другими легированными элементами марганец наиболее резко уменьшает критическую скорость закалки, т. е значительно повышает прокаливаемость стали, снижает наиболее резко температуру мартенситного превращения. После охлаждения на воздухе в марганцовистых сталях в зависимости от содержания в них углерода и марганца могут образоваться различные структуры – перлит, аустенит, мартенсит. Чем больше в стали марганца, тем при меньшем содержании углерода образуется структуры мартенсита и аустенита.

Марганец способствует росту зерна стали при нагревании. Иначе говоря, марганцовистые стали склонны к образованию крупнозернистой структуры при небольшом перегреве. Этот недостаток марганцев сталей необходимо учитывать при термической обработке, правильно выбирать температуру нагревания и давать по возможности минимальную выдержку. Марганцовистые стали склонны к отпускной хрупкости и поэтому после отпуска детали следует охлаждать быстро (в масле).

На процесс цементации стали марганец оказывает положительное влияние, ускоряет насыщение стали углеродом.

**Температура критических точек, 0С.**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Ас1** | **Ас3** | **Аr1** | **Ar3** |
| **723** | **760** | **680** | **740** |

**3. Последовательность операции предварительной и окончательной термообработки деталей.**

Коленчатые валы работают в условиях высоких нагрузок, а шейки вала подвергаются интенсивному износу. Термическая обработка коленчатых валов преследует 2 цели: повысить прочность вала и повысить его износоустойчивость.

Благодаря штамповке получается хорошая макроструктура – волокна не перерезаются, а следуют за конфигурацией вала.

После штамповки валы подвергают нормализации. Прогрессивной является технология нормализации штамповок коленчатых валов с использованием остаточного тепла после горячей штамповки.

Нормализация штамповок коленчатых валов в специальной печи с подвесным конвейером (с использованием остаточного тепла после штамповки) значительно эффективнее нормальных холодных штамповок в обычных печах или башмаках для штамповок. После нормализации коленчатые валы поступают на механическую обработку, а затем шейки валов подвергают поверхностной закалке при нагревании токами высокой частоты или пламенем. Для поверхностной закалки шеек коленчатых валов при нагревании токами высокой частоты применяются специальные автоматизированные установки, на которых производится последовательное нагревание и охлаждение каждой шейки.

**4. Режим операций предварительной и окончательной термообработки деталей ( температура нагрева и микроструктура в нагретом состоянии, охлаждающая среда).**

Последовательность операций обработки вала, изготовленного из стали 45Г :

Штамповка - нормализация - поверхностная закалка - высокий отпуск - механическая обработка;

**Штамповка** позволяет получить хорошую макроструктуру обрабатываемой детали – благодаря штамповке волокна не перерезаются и проходят равномерно которые повышают прочность детали. Далее после штамповки проводят нормализацию.

Термическая операция, при которой сталь нагревают до температуры равной на 30 - 500С выше верхней критической точке Ас3 и Асm, затем выдерживают при этой температуре и охлаждают на спокойном воздухе, называется **нормализацией**. При нормализации уменьшаются внутренние напряжения, происходит перекристаллизация стали, измельчает крупнозернистую структуру металла.

Основная цель **закалки** стали это получение высокой твердости, и прочности что является результатом образования в ней неравновесных структур – мартенсита, троостита, сорбита. Заэвтектоидную сталь нагревают выше точки Ас1 на 30 - 90 0С. Нагрев заэвтектоидной стали выше точки Ас1 производится для того, чтобы сохранить в структуре закаленной стали цементит, является еще более твердой составляющей, чем мартенсит (температура заэвтектоидных сталей постоянна и равна 760 - 780 0С).

После нагрева и выдержки изделие охлаждают в различных средах. При несквозной прокаливаемости микроструктура внутренних слоев изделие представляется троостит. Сталь со структурой троостита обладает повышенной твердостью (НВ 330 - 400), достаточной прочностью, умеренной вязкостью и пластичностью.

**Высокий отпуск** характеризуется температурой нагрева 500 - 600 0С и структурой сорбита. Закалку и последующий высокий отпуск называют улучшением, так как при нем отпущенная сталь приобретает наиболее благоприятное сочетание механических свойств, высокую прочность, пластичность и вязкость. Скорость охлаждения значения не имеет.

Последней операцией после отпуска проводят чистовую обработку точением, фрезерованием, шлифованием и др.

**Микроструктура после окончательной термической обработки:**



*Микроструктура закаленной углеродистой стали после*

*отпуска.*

**Механические свойства стали после термической обработки:**

- Твердость повышается до HRC 43-49;

- Предельная прочность (σв) равна 620 Н/мм2;

- Ударная вязкость (KCU) равна 42Дж/см2;

**Список использованной литературы:**

1. Пожидаева С.П. Технология конструкционных материалов: Уч. Пособие для студентов 1 и 2 курса факультета технологии и предпринимательства. Бирск. Госуд. Пед. Ин-т, 2002.
2. Марочник сталей и сплавов. 2-е изд., доп. и испр. / А.С. Зубченко,

М.М. Колосков, Ю.В. Каширский и др. Под общей ред. А.С. Зубченко – М.: Машиностроение, 2003.

3. Самохоцкий А.И. Технология термической обработки металлов, М., Машгиз, 1962.