МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. Н. Э. БАУМАНА



**Домашнее задание**

по предмету:

Материаловедение

"Выбор материала и технологии термической обработки

деталей и инструментов "

**Вариант МД-5 (а)**

Выполнила: Микина В. Р.

Группа: РЛ2-33

Преподаватель: Шевченко С. Ю.

Задание МД - 5 (а)

Пользуясь «Марочником сталей и сплавов», выбрать марку стали для

изготовления рожкового гаечного ключа для комплекта слесарных инструментов, применяемых в условиях севера (рис.1.5). Производство комплектов слесарных инструментов мелкосерийное.

При выборе стали использовать данные согласно выданному варианту домашнего задания (табл.1): основные размеры гаечного ключа, предел текучести сердцевины σ0,2 (не менее), ударная вязкость KCU (не менее).

Обосновать сделанный выбор стали, рекомендовать упрочняющую обработку гаечного ключа, которая обеспечит его работоспособность в предлагаемых условиях.



Исходные данные Таблица 1

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Вариант | L, мм | S1, мм | S2, мм | а, мм | σ0,2, МПа | KCU, Дж/см2 |
| а | 160 | 13 | 15 | 6 | 1090 | 60 |

Рожковый гаечный ключ - [инструмент](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%98%D0%BD%D1%81%D1%82%D1%80%D1%83%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D1%82) для соединения (рассоединения)  [резьбового соединения](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D1%8C%D0%B1%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5_%D1%81%D0%BE%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5) путём закручивания (раскручивания) [болтов](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%91%D0%BE%D0%BB%D1%82), [гаек](https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%93%D0%B0%D0%B9%D0%BA%D0%B0) и других деталей за счёт ударного нагружения. Следовательно, гаечный ключ должен обладать износостойкостью в сочетании с достаточной ударной вязкостью, прочностью и надёжностью.

Следует иметь в виду, что гаечный ключ – ручной инструмент: при его эксплуатации в принципе уровень рабочих нагрузок на изделие не может превышать развиваемого человеком усилия, которое обычно сопоставимо с его массой (~100 кг).

Значит, работоспособность изделия вполне может обеспечить сталь с уровнем условного предела текучести > 1090 МПа и ударной вязкостью KCU > 60 Дж/см2. Наилучшее сочетание достаточного упрочнения и вязкости стали обеспечивает выполнение закалки с последующим низким отпуском.

Для изготовления гаечного ключа целесообразно использовать среднеуглеродистую сталь с содержанием углерода (0,6…0,8%).

С использованием «Марочника сталей и сплавов» был проведён поиск низколегированной стали с повышенным содержанием углерода. Поскольку в работе ключа используются ударные нагрузки, и решающее значение имеет высокая износостойкость, поиск нужной марки проведён именно среди инструментальных сталей, для которых эти факторы – важнейшие эксплуатационные параметры.

Таким образом, с использованием «Марочника сталей и сплавов» выбрана **сталь 40ХФА**, которая вполне удовлетворяет требованиям задания. Её химический состав по основным компонентам приведён в таблице 2.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | С | Mn | Si | S | P | Cr | Ni | Cu |
| не более | | | | |
| У7 | 0,37-0,44 | 0,5-0,8 | 0,17-0,33 | 0,025 | 0,025 | 1,1 | 0,3 | 0,3 |

Химический состав, % (ГОСТ 4543-71) Таблица 2.

Следует отметить, что эта сталь достаточно высокого качества: содержание примесей серы и фосфора в ней не более 0,025%, что имеет значение для надёжной работы изделия при ударной нагрузке, особенно в условиях низких температур (до – 60°C).

Имея точный химический состав стали, можно приступить к разработке режима её упрочняющей термической обработки применительно к конкретному изделию.

Для разработки этих режимов упрочняющей термической обработки в качестве ориентиров нужны значения критических точек выбранной стали 40ФХА, которая относится к группе доэвтектоидных. Эти сведения представлены в «Марочнике» и приведены в таблице 3.

Температура критических точек стали 40ФХА Таблица 3.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ac1 | Ac3 | MH |
| 760 | 800 | 218 |

Доэвтектоидные стали подвергают полной закалке и температуру нагрева под закалку определяют исходя из соотношения [2]:

tнагрева = Ас3 + (30…50) °С

Для стали 40ФХА это соотношение даёт расчётную оптимальную температуру закалки 830…850°С. Охлаждение при проведении закалки следует проводить в воде.

Любая закаленная стальная деталь из-за быстрого охлаждения имеет высокий уровень закалочных (остаточных) напряжений. Поэтому отпуск должен проводиться сразу после закалки (не позднее 1-2 часов) во избежание коробления или растрескивания изделия.

Режим отпуска был выбран в соответствии с данными, приведёнными в «Марочнике». Влияние температуры отпуска стали 40ФХА на её механические свойства представлены в таблице 4,5 (закалка при 830…850°С).

Таблица 4.

Механические свойства в зависимости от температуры отпуска

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Температура отпуска | 𝛔0,2 | 𝛔в | | Ψ,% | KCU,Дж/ |
| МПа | | |
| Закалка на мелкозернистую структуру с охлаждением в воде | | | | | |
| 300 | 1450 | | 1650 | 30 | 30 |
| 400 | 1270 | | 1360 | 39 | 39 |
| **500** | **1100** | | **1160** | **61** | **61** |
| 600 | 880 | | 960 | 98 | 98 |

Таблица 5

Твёрдость стали в зависимости от температуры отпуска

|  |  |
| --- | --- |
| Температура отпуска, | HRC |
| Закалка 880, масло | |
| 500-600 | 34-42 |

Склонность к отпускной хрупкости - склонна.

После такой термической обработки сталь 40ФХА будет иметь следующие свойства: σв ≈ 1100 МПа, σ0,2 ≈ 1160 МПа, ψ ≥ 61%, KCU ≥ 61 Дж/см2, HRC ≤ 42.

Полная схема разработанной упрочняющей термической обработки стали представлена на рис.1. Она включает закалку при температуре 880°C, охлаждение в масле, средний отпуск при 550°С.

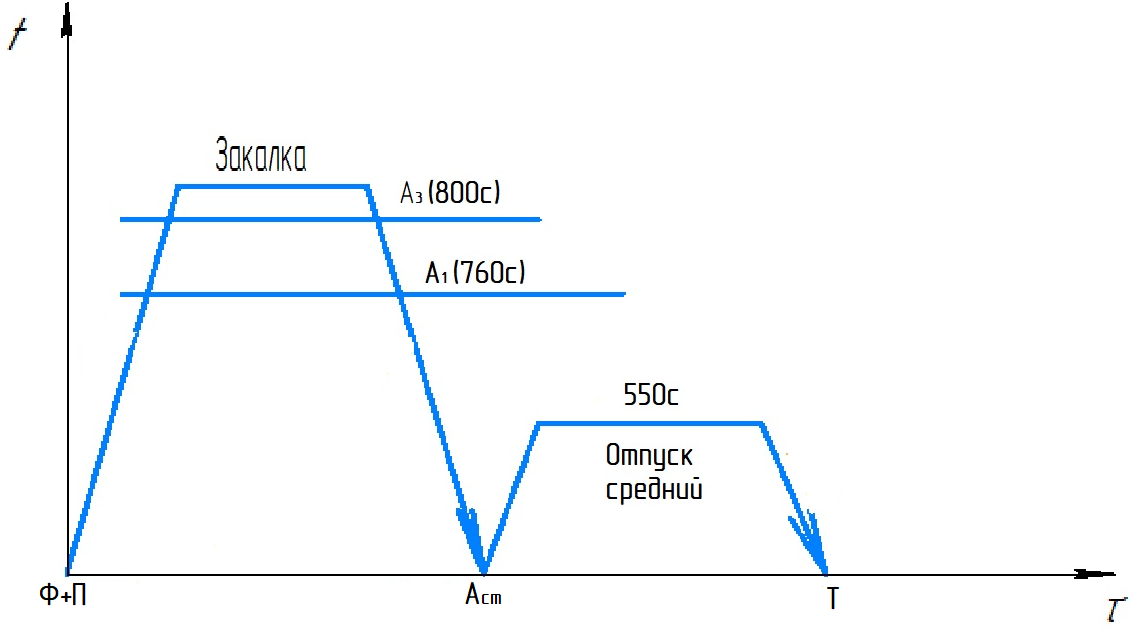


Рис.1

Последовательность структурных превращений в стали 40ФХА на каждой её стадии:

Сталь подвергают полной закалке (рис. 1), при этом ее нагревают до образования однородной мелкозернистой аустенитной структуры. Последующее охлаждение в масле обеспечивает получение мелкозернистого мартенсита.

Рассмотрим превращения, происходящие в стали 40xФА при нагреве исходной равновесной структуры Ф + П. На практике при обычных скоростях нагрева (электропечи) под закалку перлит сохраняет свое пластинчатое или зернистое строение до температуры *Aс1* (760 "С для стали 40ХФА). При температуре *Ас1* , в стали происходит превращение перлита в аустенит. Кристаллы (зерна) аустенита зарождаются в основном на границах фаз феррита и цементита. При этом происходит растворение цементита в аустените.

При температуре Aс1 в стали происходит превращение перлита в аустенит. Образование зёрен аустенита происходит с большей скоростью, чем растворение цементита перлита, поэтому необходима выдержка стали при температуре закалки для полного растворения цементита и получения гомогенного аустенита (рис.2). Увеличение же дисперсности продуктов распада аустенита приводит к увеличения пластичности, вязкости, уменьшению чувствительности к концентраторам напряжений. Изменения структуры стали при закалке в масло. При непрерывном охлаждении в стали аустенит превращается в мартенсит. Мартенситное превращение развивается в сталях с высокой скоростью (~ I000...7000 м/с). Средний отпуск при 550 – понижает закалочные напряжения и формирует структуру тростита отпуска.

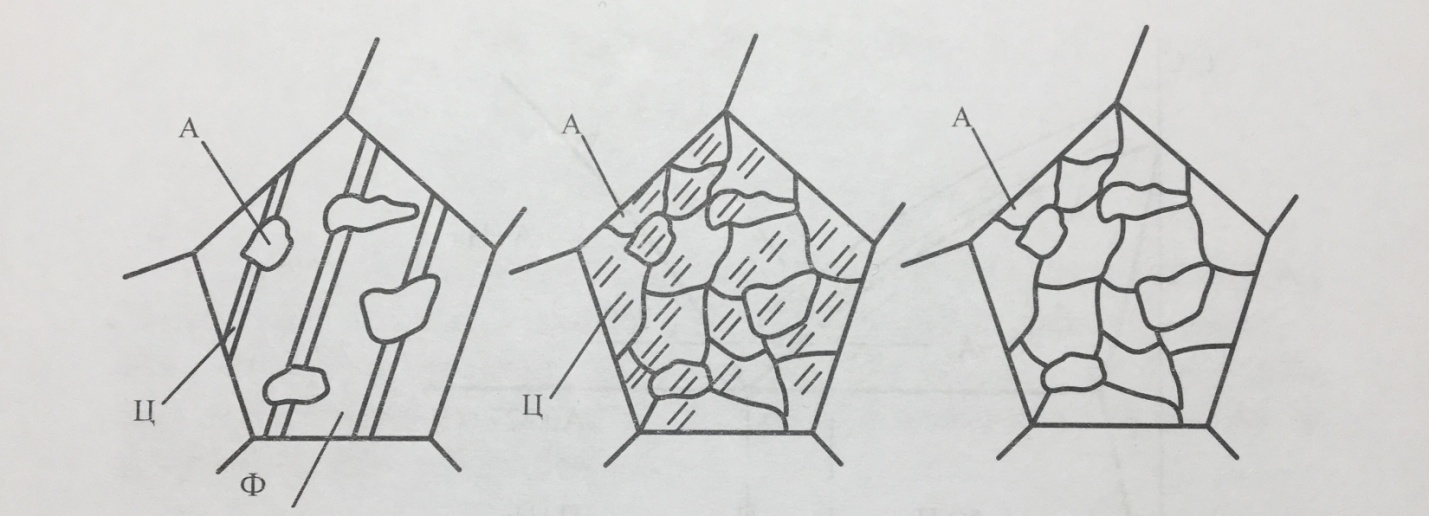


Рис.2 Схема структурных превращений в стали 40ХФА при нагреве

**Заключение**

Таким образом, в результате выполнения домашнего задания для изготовления рожкового гаечного ключа для комплекта слесарных инструментов выбрана сталь 40ХФА, разработан режим её упрочняющей термической обработки, гарантирующий получение заданных свойств в гаечном ключе: предел текучести сердцевины

𝛔0,2 1100, МПа, ударная вязкость KCU 60 ,Дж/.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Марочник сталей и сплавов /под ред. В.Г. Сорокина. - М.: Машиностроение, 1989.- 640 с.

2. Материаловедение: Учебник для вузов / под ред. Б.Н. Арзамасова, Г.Г. Мухина.- М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2001.- 648с.

3. Комплект домашних заданий по курсу «Материаловедение»: учебное пособие / под ред. Власова Д.В., Сапронов И.Ю., Ховова О.М. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2017.- 48с.

4. Выбор материала и технологии термической обработки деталей и инструментов : метод. указания к выполнению домашнего задания по дисциплине"Материаловедение"/под ред. А.А. Зябрев, Г.Г.Мухин, Р.С. Фахуртдинов.-

М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2011.- 18с.