

**Микроструктурные исследования при увеличении стойкости штампов холодной штамповки методом двойной термической обработки**

Студенты группы 92-19 ТПП Дехконов Ж.Г.  
126-21 МТ (ОМД) Ибрагимова Ю.А.  
Научный руководитель Ташматов Р.К.  
Ташкентский государственный технический университет им. И. Каримова  
Республика Узбекистан, г. Ташкент

Целью микроструктурных исследований являлось отыскание оптимальных режимов термической обработки, обеспечивающих максимально возможное мелкое аустенитное зерно после термической обработки инструмента.

Для проведения исследований были подготовлены образцы из стали У8 диаметром 20 мм и высотой 5 мм. Это обеспечивало соизмеримость сечения образцов, с сечением термически обрабатываемого инструмента.

Термическая обработка образцов, как уже указывалось, заключалась в следующем: нагрев в соляной ванне до температур 820, 900, 1000, 1100, 1150, 1200, 1260 °С; время нагрева составляло 5 минут. Для обеспечения образования мартенситной структуры после первой заковки охлаждение производилось в воде с перебрской в масло [1].

Закаленные образцы имели промежуточный отпуск при температурах 200, 300, 350, 450 °С. Часть образцов не подвергалась промежуточному отпуску.

Повторный нагрев всех образцов также производили, в соляной ванне до температуры 820 °С. Время нагрева составляло 5 минут. Охлаждение производилось в режиме выделения по границам аустенитного зерна сетки троостита (селитровая ванна с температурой 180 °С). После травления шлифов (изготовленных из указанных образцов) 4% раствором азотной кислоты в этиловом спирте, а также насыщенным раствором никрановой кислоты в этиловом спирте, а также насыщенным раствором никрановой кислоты с добавками моющих веществ, производили подсчет величины зерна аустенита по ГОСТ 5639-65.

Результаты измерений приведены на графике рис.1. Установлено, что в сравнении с печным нагревом [2] величина зерна аустенита во всех случаях на 1-2 балла мельче.

Можно также утверждать, что проведение первой заковки с температуры нагрева 1100 °С обеспечивает дополнительное уменьшение величины зерна на 1-2 балла. Оптимальной температурой промежуточного отпуска будут 200, 350 и 450 °С обеспечивающих стабильность величины зерна в районе температур первой заковки 1100-1150 °С [3].

Таким образом, результаты измерения величины аустенитного зерна при нагреве в соляной ванне значительно отличаются от тех, что получены при печном нагреве [2].

Микроструктура исследовалась на специальных образцах из стали У8, подвергнутых тем же режимам термической обработки, что и для исследования величины аустенитного зерна.

Отличие заключалось в том, что вторая заковка производилась с охлаждением в воде с перебрской в селитровую ванну с температурой 180 °С (рис.2). Таким образом, для микроструктурных исследований режимы термообработки полностью соответствовали режимам термообработки инструмента.

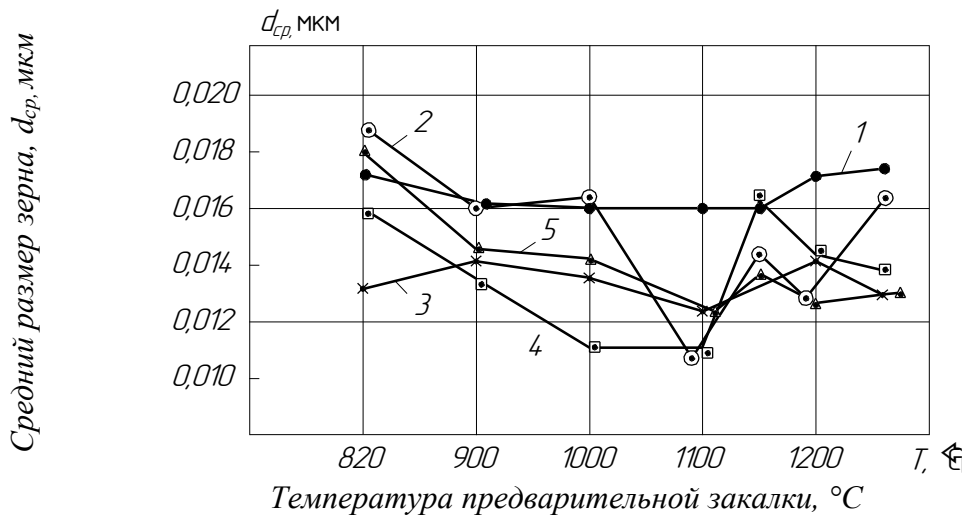
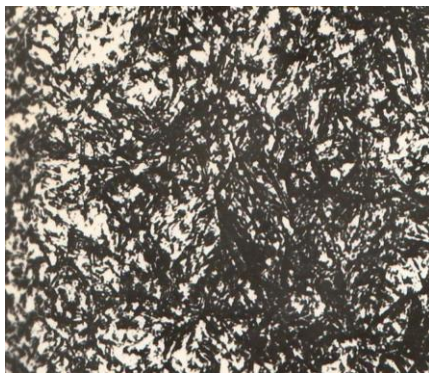


Рисунок 1 - Изменение среднего диаметра аустенитного зерна стали У8 после окончательной термической обработки в зависимости от температуры предварительной закалки и отпуска.

Промежуточный отпуск:

- – без отпуска; ○ – 450 °C; × – 200 °C; ■ – 300 °C; ▲ – 350 °C.

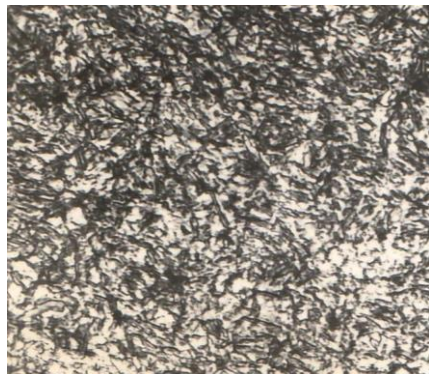
Сталь У8  
×500



900°



1000°



1100°



1200°

Двойная закалка с промежуточным отпуском 450 °C.

Рисунок 2 - Микроструктура стали У8 после предварительной закалки с различных температур, промежуточного отпуска 450 °C, вторая закалка с температурой 820 °C

Здесь видно, что первая закалка и высоких температур способствуют росту аустенитного зерна и игл мартенсита (до 1 балла при температуре нагрева 1260 °C).

Вторая закалка с температуры 820 °С после промежуточного отпуска 450 °С обеспечивает получение мелкоиглочатого мартенсита, причем наиболее мелкоиглочатый мартенсит имеет место, если первая закалка была произведена с температуры 1100 °С. Перастворившихся частиц цемента не обнаружено, что свидетельствует и полном переводе углерода в твердый раствор.

Таким образом, с точки зрения достижения минимального размера зерна аустенита предпочтительным является предварительная закалка 1100 °С, промежуточный отпуск 200, 350 и 450 °С.

#### **Список использованных источников**

1. Mukhamedov A.A. The Influence of the Thermal History on the structure and Properties of Steel // The physics of Metals and Metallography. Vol. 74. 1992 – №5 – pp. 482-487.

2. Бердиев Д.М., Тошматов Р.К. Особенности фазовых и структурных превращений конструкционных сталей при нетрадиционных режимах термической обработки // Вестник машиностроения. – Москва, 2020. – №10. – с. 63-65.

3. Бердиев Д.М., Тошматов Р.К. Повышение стойкости штампов холодной штамповки закалкой с промежуточным отпуском // Вестник машиностроения. – Москва, 2022. – №7. – с. 61-63.