

---

**УДК 22.04.02**

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ НА  
УСТРАНЕНИЕ КАРБИДНОЙ СЕТКИ В СТАЛИ 20X13**

Наталья Александровна Удальцова

*Магистр 1 года,  
кафедра «Металлургия»  
Московский политехнический университет*

*Научный руководитель: Н.И. Волгина,  
доцент кафедры «Металлургия»*

Представленные исследования проводились в связи с разрушением в процессе эксплуатации деталей авиационной техники. При исследованиях на деталях была обнаружена карбидная сетка. Для разработки режимов термической обработки, устраняющих карбидную сетку, были проведены исследования.

В работе исследовалось влияние различных факторов термической обработки на растворение карбидной сетки. В качестве исходных были взяты образцы толщиной 5 мм из прутка стали 20X13 в состоянии поставки с карбидной сеткой.

Показано, что разрушение деталей могло быть связано с их неблагоприятной структурой – наличием сплошной карбидной сетки по границам аустенитных зерен и крупнозернистостью. Показано, что карбидная сетка имела место в исходном металле и усугубилась при термической обработке (в вакуумных печах) в процессе их изготовления.

Исследовалось влияние:

- температуры закалки стали от 950 до 1150 °С (выдержка 30 минут, охлаждение в масле);
- продолжительности выдержки при закалке с температур 1050 °С, от 15 минут до 2 часов;
- влияние скоростей охлаждения: в воде, в масле, на воздухе;
- влияние улучшающих обработок (отжиг, далее закалка, трехкратная закалка).

Исследовалось также влияние провоцирующих обработок на микроструктуру стали 20X13.

Результаты исследования разрушенных деталей показали:

1. Разрушение деталей из стали 20X13 в процессе эксплуатации могло быть связано с их неблагоприятной структурой – наличием сплошной карбидной сетки по границам аустенитных зерен и крупнозернистостью. Показано, что карбидная сетка имела место в исходном металле и усугубилась при термической обработке (в вакуумных печах) в процессе их изготовления.

2. Карбидная сетка на образцах из деталей или исходного металла устраняется путем улучшающей термической обработки – отжига с 730...870 °С и обычной закалки (с 1050 °С, 30 минут, масло), либо закалки в масле с температурой 1050...1100 °С разной продолжительности от 2 часов до 30 минут в зависимости от температуры закалки. Однако учитывая малые сечения деталей, указанные обработки рекомендуется опробовать на заготовках деталей.

3. Наличие карбидной сетки в деталях из стали 20X13 считаем недопустимым. Для устранения указанного явления рекомендуется ввести металлографический контроль прутков из стали 20X13, а также скорректировать режим термической обработки готовых деталей, в частности увеличить скорость охлаждения деталей с температуры закалки по сравнению с существующей (в вакуумной печи).

## **Литература**

1. *Явойский В.И., Рубенчик Ю.И., Оженко А.П.* Неметаллические включения и свойства стали. М.: Металлургия, 1980. 174 с.
2. *Лахтин Ю.М., Леонтьева В.П.* Материаловедение. М., Изд. дом Альянс, 2009. 528с.
3. *Гуляев А.П., Гуляев А.А. М.*, Изд. дом Альянс, 2009. 645с.