

Методологические основы анализа причин брака при термической обработке

О. В. Казачков¹

Петрозаводский государственный университет

АННОТАЦИЯ

Приводятся краткое описание методики анализа причин брака и методы их устранения, возникающие при термической обработке.

Ключевые слова: термическая обработка, дефект, усталость, закалка ТВЧ, зубчатое колесо.

SUMMARY

The apparatus and procedure for analysis fracture of details and results are under discussion.

Keywords: high temperature treatment, fracture, details, results.

ПОСТАНОВКА ПРОБЛЕМЫ

В настоящее время борьба за выпуск конкурентно качественной продукции, снижение потерь от брака, увеличение ресурса работы деталей машин и механизмов приобретает большое экономическое и социальное значение. На основании проведенных ранее исследований по анализу причин брака при термообработке деталей лесозаготовительной техники были выработаны и систематизированы методологические основы экспериментальных оценок качества термообработки.

В результате этой системной работы были даны рекомендации по улучшению работоспособности деталей.

Дефекты при проведении термообработки могут возникать в связи с нарушением температурного режима, неправильной загрузкой деталей в печь, нарушением режима охлаждения, неправильным распределением закалочных участков при проведении поверхностной закалки [1].

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

Анализ причин брака при термической обработке (ТО) состоит из следующих этапов:

1. Анализ брака.
 - 1.1. Описание вида разрушения и его документация (фотоснимок излома детали).
 - 1.2. Анализ появления разрушения детали.
 - 1.3. Описание условий работы детали, материала, термообработки (режимов, параметров).
2. Проведение проверочных испытаний.
 - 2.1. Установление перечня исследований, необходимых для ликвидации преждевременного разрушения.

- 2.2. Описание технологии термообработки детали.
- 2.3. Качественный контроль состава материала.
- 2.4. Микроструктурный анализ с использованием металлографического микроскопа.
- 2.5. Определение твердости в различных местах по поперечному сечению микрошлифа.
3. Оценка результатов исследований и составление отчета по исследованию.
 - 3.1. Оценка данных ТО в сравнении с рекомендуемой технологией.
 - 3.2. Выводы о влиянии технологии на свойства детали.
 - 3.3. Описание дефектов ТО с указанием их причин и способов устранения.
 - 3.4. Отчет по исследованию с описанием производственных мероприятий с целью повышения работоспособности деталей и устранения дефектов.
 - 3.5. Производственные испытания.

Данную методику можно в кратком изложении рассмотреть на следующем примере (рис. 1, 2).

Деталь: зубчатое колесо, изготовленное из стали марки 40Х, после закалки ТВЧ при модуле зуба 4.

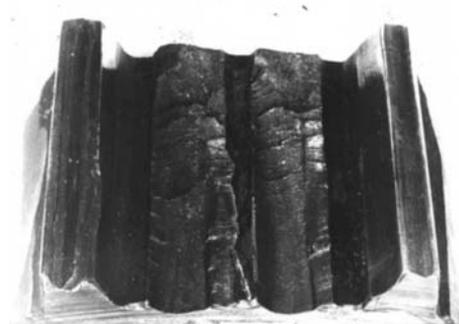


Рис. 1. Усталостный излом зуба зубчатого колеса

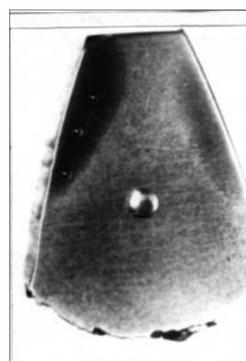


Рис. 2. Макроснимок распределения закаленных участков после неправильно проведенной закалки ТВЧ

1. Анализ разрушения детали
Разрушение произошло в результате низкой усталостной прочности. Зона зарождения трещины усталостного излома начинается у корня зуба, в месте

¹ Автор – доцент кафедры технологии металлов и ремонта

перехода от закаленного слоя к металлу сердцевины.

Увеличение усталостной прочности при закалке ТВЧ можно создать только при условии упрочнения поверхностного слоя в зоне корня (основания) зуба.

2. Причины дефекта

В серийном производстве при применении поверхностной закалки (например, закалки ТВЧ) большие трудности возникают при получении равномерного упрочненного слоя боковой поверхности зуба и его корня в зубчатых колесах и в шестернях с малыми модулями (до 3...6).

В рассматриваемом случае продолжительность нагрева была недостаточной для того, чтобы прогреть основание у корня зуба.

3. Устранение

В данном случае, чтобы получить равномерный упрочненный слой вдоль всей рабочей поверхности, необходимо следующее:

- а) конструкция индуктора для нагрева должна позволять создавать оптимальное расстояние от индуктора до закаливаемого бокового контура зуба и его основания;
- б) должен быть обеспечен равномерный нагрев до аустенитного состояния без перегрева;
- в) поверхности закалочного слоя должны иметь структуру мартенсита отпуска, а сердцевина – сорбита отпуска;
- г) для зубчатых колес и шестерен с малым модулем можно рекомендовать использовать химико-термическую обработку в сочетании с термоциклическим объемным упрочнением [2].

ВЫВОДЫ

1. Описанный метод позволяет оценить дефекты термообработки на основе макроанализа излома детали и микроструктуры материала, указать причину разрушения и дать рекомендации для ее предотвращения.
2. Методология данного исследования предполагает дальнейшее применение в учебном процессе при подготовке студентов инженерных специальностей для решения конкретных задач, составленных по кейс-методу (дефект – вид разрушения – характер материала и технология – анализ причины дефекта – перечень проверочных испытаний – и т. д.).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Контроль качества термической обработки стальных полуфабрикатов и деталей: справочник / под ред. В. Д. Кальнера. – М.: Машиностроение, 1984. – 384 с.
2. Казачков О. В. Специальные технологии упрочнения сталей и сплавов: учебное пособие / О. В. Казачков, И. Г. Скобцов, А. Э. Эгипти. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2012. – 44 с.