

## МЕТОД ВОССТАНОВЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ДЕТАЛЕЙ, ПРЕДВАРИТЕЛЬНО ПОДВЕРГНУТЫХ ХИМИКО- ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКЕ

Скобло Т.С., докт. техн. наук, Сидашенко А.И., канд. техн. наук.,  
Науменко А.А., канд. техн. наук, Мартыненко А.Д., Слоновский Н.В.  
(Харьковский государственный технический  
университет сельского хозяйства)

*В работе рассмотрен метод проведения деазотирования покрытий поверхностного слоя деталей, предварительно подвергнутых химико-термической обработке, и приведены результаты экспериментов и математическое обоснование режимов процесса диссоциации нитридов при их обработке лазерным лучом.*

Ряд деталей машин и оборудования для повышения износостойкости и обеспечения высокого уровня твердости подвергают химико-термической обработке – азотированию, цементации, нитро-цементации. В процессе их эксплуатации и изнашивания такой упрочненный слой частично сохраняется, что при восстановлении любым из общепринятых методов наращивания не обеспечивает получение качественного покрытия.

Наиболее часто встречаемые в производстве способы восстановления [1] включают такие технологические операции как - предварительную термообработку, удаление дефектов путем обточки, наплавку слоя металла с помощью электрода, предварительную и окончательную механическую и термическую обработки.

Недостатком этих способов является то, что требуется выполнение большого количества. Такая технология эффективна для небольшого объема восстанавливаемых деталей или для которых требуется компенсация изношенного слоя более 2-3мм.

Удаление частично сохранившегося упрочненного слоя путём механической обработки уменьшает эффективное сечение и снижает усталостную прочность детали. При такой подготовке к ремонту много металла идет в отходы, приходится удалять полностью оставшийся упрочненный слой, который в ряде случаев и не содержит каких-либо дефектов. В процессе ремонта и восстановления таких деталей приходится наносить компенсирующий слой существенно больший, чем это можно было бы сделать при сохранении качественного, но предварительно упрочненного и изношенного слоя. Это связано с тем, что при наличии такого слоя при восстановлении наплавкой из-за нагрева происходят структурные измене-

ния, которые приводят к разложению (диссоциации) окислов специальных карбидов и карбонитридов в результате процессов диффузии. Процесс сопровождается газовыделением, поро- и трещинообразованием. Кроме того, большое количество тепла, выделяемое при наплавке, может существенно изменить геометрическую форму детали. Поэтому наиболее целесообразным является разложение упрочняющих фаз перед восстановлением.

В промышленности известен способ разложения слоя, полученного химико-термической обработкой [1], который позволяет восстанавливать деталь без полного его удаления. Метод заключается в обезуглероживании стальных изделий путем нагрева и выдержки при 1000-1050<sup>0</sup>С в расплаве оксидов: - железа (2,7-2,9вес %); - бария (14-16 вес %) и хлористого железа (остальное). Этот метод не может быть использован для тонкостенных, длинномерных деталей, поскольку приведет к изменению геометрических размеров (короблению), разупрочнению сердцевины, увеличению зерна в металле рабочего слоя при длительной выдержке в области высоких температур, развитию процессов эрозии.

Большинство деталей машин и оборудования, работающих в сопряжении, имеют износ рабочего слоя, не превышающий 0,5мм, поэтому компенсировать его по известной технологии не эффективно из-за большого количества операций, интенсивного прогрева деталей, большого расхода наплавляемого металла и объемов механической обработки (до и после восстановления).

Для восстановления длинномерных и тонкостенных деталей, предварительно упрочненных химико-термическим способом, нами предложено выполнение следующего ряда технологических операций:

- предварительную лазерную термическую обработку поверхности детали (отжиг) для "разложения" оставшегося после эксплуатации азотированного слоя, путем его нагрева до температуры диссоциации нитридов и карбонитридов на глубину формирования переходной зоны (0,4-0,5мм);

- нанесение компенсирующего износ покрытия, используя при этом электроискровую обработку (ЭИО) электродами из стали типа 30Х13 с одновременной пластической деформацией (ППД) шариком или роликом;

- окончательная механическая обработка детали под номинальный размер - шлифование

Это обеспечивает:

- сохранение структуры и свойств сердцевины металла детали;

- разложение азотированного поверхностного слоя детали, в зависимости от плотности мощности, по всей глубине предварительного химико-термического упрочнения;

- удаление (заплавление) поверхностных дефектов и микротрещин детали;

-повышение износостойкости поверхностного слоя детали за счет отвода тепла в глубь материала (сверхбыстрая закалка), что является преимуществом обработки высококонцентрированными источниками энергии;

-отсутствие коробления длинномерных полых деталей;

-уменьшение величины компенсирующего наплавляемого слоя, что сокращает затраты на окончательную механическую обработку.

Этот способ обеспечивает повышение износостойкости, сокращение периода ремонта, уменьшение расхода наплавляемого металла. Он отличается от существующих методов [1, 2] тем, что для сокращения числа операций восстановления, сохранения структуры и свойств сердцевины, удаления дефектов при обработке изношенной поверхности, восстанавливаемую деталь подвергают предварительной лазерной термообработке для разложения химико-термически упрочненного слоя. При этом деталь вращают и перемещают со скоростью, обеспечивающей формирование однородного температурного поля с плотностью мощности лазерного потока – 6,0-8,0КВт/см<sup>2</sup>. После чего деталь обрабатывают на электроискровой установке электродом типа ЗОХ13 с одновременным ППД нанесенного слоя, после чего поверхность детали подвергают шлифовке под номинальный размер.

По данным проведенных теоретических и экспериментальных исследований, разложение химико-термически упрочненного слоя – деазотирование происходит при температуре  $\geq 550^{\circ}\text{C}$ .

Поверхностную лазерную термообработку проводили с помощью СО<sub>2</sub>-лазера. При этом след лазерного луча на поверхности детали перемещался по винтовой линии без перекрытия – шаг обработки соответствовал диаметру сфокусированного лазерного луча – 3-5мм. В работе был рассмотрен вариант обработки, внутренней поверхности детали типа втулки.

В качестве геометрической модели был выбран полый цилиндр ограниченный двумя коаксиальными цилиндрическими поверхностями. Используя принцип относительности, считали луч лазера постоянным (отсутствует неоднородность в распределении плотности мощности по диаметру лазерного пятна) и неподвижным, а цилиндр – совершающим сложное движение: вращательное относительно оси и поступательное вдоль нее. Для оценки глубины разложения нитридов предполагалось, что процесс обработки устоявшийся и теплофизические свойства материала не зависят от его температуры.

Расчетами [4] было установлено, что толщина слоя, на глубине которого произошло разложение азотированного слоя в результате лазерной термообработки составляет 0,52мм.

Экспериментальная проверка подтвердила, что при таких параметрах обработки [4] начинается диссоциация нитридов и карбонитридов на

глубине до 0,50-0,54мм. Процесс лазерной обработки сопровождается потрескиванием и газовой выделением. Качество обработанной поверхности хорошее и при диссоциации нитридов не требуется последующей механической обработки (точение, шлифовка). Использование лазерной обработки (перед восстанавливающей ЭИО) обеспечивает локальный нагрев и не приводит к разупрочнению сердцевины, что особенно важно для длинномерных деталей типа – шток, которые подвергаются сложной термической обработке.

Эксперименты проводили на промышленной установке – лазерно-технологического модуля "Комета - 2", образцами были детали узла парораспределения турбины, снятые после эксплуатации для ремонта, а также штоки гидроцилиндров сельскохозяйственной техники.

Получены зависимости уровня и однородности твердости от плотности мощности при лазерной обработке деталей предварительно подвергнутых азотированию на глубину до 0,5мм.

Также рассматривали процесс восстановления деталей лазерной наплавкой поверхностного слоя порошком ПГ-10Н-01. Исследовали влияние шага перекрытия при плотности мощности лазерного потока на формирование однородного качественного слоя.

Качество обработки поверхности деталей, как при использовании предварительной термообработки и последующих ЭИО и ПИД, так и при восстановлении лазерной наплавкой – хорошее.

Основываясь на работах [3, 4, 5, 6], а также выполненных исследованиях структуры, свойств деталей и испытаниях на твердость было выдвинуто предположение, что при термообработке лазерным лучом, на приведенных режимах деталей, подвергнутых предварительно химико-термическому упрочнению, происходит диссоциация нитридов и карбонитридов на глубину воздействия лазерного пятна (0,5-0,6мм). Это было подтверждено в дальнейших исследованиях. Использование предварительной лазерной обработки (перед восстановлением наплавкой) обеспечивает локальный прогрев поверхности детали и разложение нитридов в заданном поверхностном слое и не приводит к разупрочнению сердцевины, что особенно важно для восстановления длинномерных деталей типа – шток, которые подвергаются сложной термической обработке.

### Список литературы

1. А.с. №1722762, СССР, МКИ В23Р 6/00. Способ ремонта прокатных валков. /Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Автухов А.К. и др. /БИ. №12, 1990.- 8с.
2. А.с. №1468933, СССР, МКИ 4С21 ДЗ/02. Способ обезуглераживания стальных изделий. /Кандаловский И.П. и др. –3с.
3. Нарита К. кристаллическая структура неметаллических включений в

- стали. Перевод с японского В.А. Митькина, под ред. П.П. Арсентьева: - М.: Металлургия, 1969. – 191с.
4. Мартыненко А.Д., Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Слоновский Н.В. Способ восстановления и упрочнения деталей лазерным лучом. //Сб. науч. тр.: Підвищення надійності відновлюємих деталей машин. Вып. 4: - Харьков: ХГТУСХ, 1997. – С.82-87
  5. А.с. №176498, СССР, МКИ В24В 39/00. Способ поверхностного упрочнения и восстановления цилиндрических длинномерных деталей. /Скобло Т.С., Сидашенко А.И., Триполко В.К.и др. /БИ. №36, 1992.– 6с.
  6. Паровая турбина К-300-240ХТГЗ /Безуглый Г.З., Галацан В.Н., Палей В.А. – М.: Энергоиздат, 1982. – 272с.

### Анотація

#### Метод відновлення довгомірних деталей, попередньо підданих хіміко-термічній обробці

*У роботі розглянутий метод проведення деазотирования покрив поверхневого шару деталей, попередньо підданих хіміко-термічній обробці, і приведені результати експериментів і математичне обґрунтування режимів процесу дисоціації нітридів при їхній обробці лазерним променем.*

### Abstract

#### Method of recovery of long-sized parts previously subjected chemical and heat treatment

*In activity the method of realization of a denitriding of covers of surface layer of parts previously subjected chemical and heat treatment is reviewed and the outcomes of experiments and mathematical substantiation of process conditions of dissociation of nitrides are adduced at their processing by a laser beam.*