

СПОСОБ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И УПРОЧНЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ОБРАБОТКОЙ ЛАЗЕРНЫМ ЛУЧОМ.

Скобло Т.С. доктор техн. наук, Сивашенко А.И. канд. техн. наук,
Слоновский Н.В., Мартысенко А.Д.-выжеверы.

(Харьковский государственный технический университет сельского хозяйства)

Наведені результати досліджень по впливу щільності потужності лазерного потоку і режимів обробки на формування при наплавці поверхнього шару деталей, попередньо зміцнених хіміко-термічним методом.

Детали машин, как правило, работают в тяжелых условиях трения и подвергаются различным видам нагрузки, в том числе и тепловым воздействиям.

Такие условия эксплуатации предъявляют особые требования по формированию качественного, без пор и микротрещин рабочего слоя. При восстановлении изношенного рабочего слоя деталей, особенно закаленных или упрочненных химико-термической обработкой, а также работающих в условиях гидроабразивного и эрозионного изнашивания, как правило, снимают оставшийся упрочненный или сильно поврежденный после эксплуатации слой детали. Перед механической обработкой такие детали подвергают объемному нагреву (отжигу) для снятия напряжений и улучшения механической обрабатываемости.

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 изменения, которые приводят к разложению (диссоциации) окислов специальных карбидов и карбонитридов в результате процессов диффузии. Процесс сопровождается газовыделением, поро- и трещинообразованием.

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

Наиболее близким по технической сущности является способ [2], включающий предварительную термообработку, удаление дефектов путем обточка, наплавку слоя металла с помощью электрода, предварительную и окончательную механическую обработку, термическую обработку. При этом для увеличения периода эксплуатации и сокращения периода ремонта, снижения расхода наплавляемого металла на деталь при наплавке вращают со скоростью, определяемой по формуле (1):

$$n = 0,42 \frac{v_n}{R^2} \sqrt{39,5R^2 - t^2} \text{ об/мин,} \quad (1)$$

где v_n - скорость наплавки, мм/ч;

t - шаг наплавляемого калибра вала, мм,

R - радиус по дну калибра вала, мм.

Недостатком этого способа является то, что требуется выполнение большого количества операций, предшествующих восстановительной наплавке - отжиг для снятия напряжений, механическая обработка для снятия дефектного слоя. Кроме того, наплавка слоя металла с помощью электрода приводит к интенсивному прогреву и короблению тонкостенных и длинномерных деталей, а также изменению физико-механических свойств сердцевины более массивных деталей. Для завершения операции восстановления детали требуется последующая окончательная термическая обработка. Такая технология эффективна для небольшого объема восстанавливаемых деталей, или у которых требуется компенсация изношенного слоя более 2-3мм.

У 90% деталей тракторов, автомобилей и другой сельскохозяйственной техники, которые работают в сопряжении, величина изношенного слоя составляет менее 1мм, поэтому компенсировать изношенный слой 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 обработки длинномерных и тонкостенных деталей, предварительно упрочненных химико-термическим способом, предложено метод лазерной поверхностной обработки, который 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 (зашлавление) поверхностных дефектов и микротрещин детали;
- повышение износостойкости поверхностного слоя детали за счет отвода тепла в глубь материала (сверхбыстрая закалка), что является преимуществом лазерной обработки;
- отсутствие коробления длинномерных полых деталей;
- уменьшение величины компенсирующего наплавляемого слоя, что сокращает продолжительность механической обработки

Способ восстановления и упрочнения деталей (предварительно подвергнутых химико-термической обработке) лазерным лучом включает предваритель-

ную термообработку, наплавку компенсирующего слоя, 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 обработки, обеспечения локального прогрева поверхности детали, сохранения структуры и свойств сердцевины, удаления дефектов при обработке изношенной поверхности, восстанавливаемую деталь подвергают предварительной термообработке, при которой деталь вращают и перемешают со скоростью, обеспечивающей формирование однородного температурного поля с плотностью мощности лазерного потока – 6,0-8,0 кВт/см². После чего с этой же установки детали осуществляют наплавку порошка (с перекрытием на 1/4 шага) с плотностью мощности лазерного потока – 8,5-12,0 кВт/см² после чего наплавленный слой детали подвергают шлифовке под номинальный размер.

Эксперименты проводили на промышленной установке – лазерно-технологическом модуле "Комета - 2", образцами были детали узла парораспределения турбины, снятые после эксплуатации для ремонта.

Получены зависимости уровня и однородности твердости от плотности мощности при лазерной обработке деталей (штоки и втулки узла парораспределения турбины, подвергнутые азотированию на глубину до 0,5 мм). Данные экспериментов представлены в виде табл. 1.

Таблица 1. Зависимость уровня и однородности твердости от плотности мощности при лазерной обработке деталей*

Плотность мощности, кВт/см ²	Средний уровень твердости, HRC	Наличие дефектов (поры, трещины)
6,0	56,6±2,0	наличие пор и микротрещин
7,0	28,5±2,0	поверхность без видимых дефектов
8,0	26,8±1,8	то же
9,0	25,7±2,2	-/-
10,0	26,1±1,5	незначительное оплавление поверхности
11,0	26,1±1,2	видимое оплавление поверхности

Примечание: * - материал деталей – сталь 20Х1М1Ф1ТР, диаметр деталей 40 мм, обороты-16 мин⁻¹.

Рассматривали вопросы влияния шага перекрытия и плотности мощности лазерного потока на формирование однородного качественного при наплавке поверхностного слоя детали порошком ПГ-10Н, данные приведены в табл. 2.

Таблица 2. Влияние шага перекрытия и плотности мощности на формирование качественного слоя при лазерной наплавке порошком ПГ-10Н-01.

Плотность мощности, кВт/см ²	Величина перекрытия	Средний уровень твердости, НРС	Наличие дефектов (поры, трещины)
8,0	без перекрытия	51,6±4,1	Просматриваются участки с неоплавлением порошка
8,0	1/4шага	55,2±1,9	поверхность без видимых дефектов
10,0	без перекрытия	56,0±1,0	то же
10,0	1/4шага	55,8±1,1	-/-
12,0	без перекрытия	55,6±1,2	появляется пленка окислов и поверхностные трещины
12,0	1/4шага	54,8±1,5	значительные поверхностные трещины и окислы

При проведении экспериментов по обработке деталей узла парораспределения турбины по вышеуказанным параметрам было замечено, что процесс сопровождается потрескиванием и газовыделением. Качество обработки поверхности деталей, как при предварительной термообработке, так и при восстановлении лазерной наплавкой – хорошее.

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

Список литературы

1. А.с. №1468933, СССР, МКИ 4С21 Д3/02. Способ обезуглероживания стальных изделий. /Жандаловский И.П. и др. –3с.
2. 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.
3. 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.

4. Паровая турбина К-300-240ХТЗ /Безуглый Г.Э., Галацан В.Н., Палей В.А. – М.: Энергоиздат, 1982. – 272с.

Аннотация

Способ восстановления и упрочнения деталей обработкой лазерным лучом

Приведены результаты исследований по влиянию плотности мощности лазерного потока и режимов обработки на формирование при наплавке поверхностного слоя деталей, предварительно упрочненных химико-термическим способом.

Abstract

Mode of restoring and hardening of parts by handling by a laser beam

The outcomes of explorations on influence of a power density of a laser stream and treatment schedules on forming arc reduced at a building-up welding of a surface stratum of parts, beforehand hardening by a chemical-thermal mode.