

ПРЕДПОСЫЛКИ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА УПРОЧНЕНИЯ ЗУБЧАТЫХ КОЛЕС МЕТОДОМ «ТОЧЕЧНОГО ПОЛЮСА»

© 2022 г. Сергей Григорьевич Сандомирский^{1*}, Александр Леонидович Валько^{1**},
Сергей Петрович Руденко^{1***}.

¹ – *Объединенный институт машиностроения НАН Беларуси, Минск, Академическая, 12*
* - sand_work@mail.ru , ** - valcoalex5@gmail.com, *** - sprud.47@mail.ru

Для обеспечения требуемого ресурса зубчатых колес регламентируют поверхностную твердость и эффективную толщину $h_{эфф}$ цементованного слоя [1]. Эти величины определяют прочность и технологию термообработки цементируемых зубчатых колес. Прямые методы определения механических свойств и структуры являются разрушающими. Их не используют для контроля качества изделий, предназначенных для эксплуатации. Разработке достоверной и надежной методики неразрушающего контроля $h_{эфф}$ посвящен настоящий доклад.

Известны магнитные методики определения толщины упрочненного слоя [2, 3]. В [3], например, показано, что изменение ее величины в наибольшей степени влияет на напряженность тангенциальной составляющей поля на поверхности объекта в межполюсном пространстве постоянного магнита, а изменение физико-механических свойств слоя – на величину магнитного потока в цепи «преобразователь-объект». Это различие магнитных параметров предложено использовать для селективного контроля качества поверхностного упрочнения.

Но для цементованного слоя важен лишь один параметр – его эффективная толщина $h_{эфф}$, за которую принимают металлографически определяемое расстояние от поверхности до области с содержанием углерода 0,35%, а после закалки – расстояние от поверхности до зоны, имеющей твердость 50 HRC [1]. Поэтому возможна разработка более простого неразрушающего метода контроля качества цементации, основанного на использовании метода «точечного полюса».

В [4] исследовано влияние продолжительности цементации образцов из стали 18ХГТ, используемой для изготовления зубчатых колес трансмиссий мобильных машин, на $h_{эфф}$ диффузионного слоя. Установлено совпадение $h_{эфф}$ до и после закалки. С применением прибора «Сортировщик магнитный МС-1», измеряющего градиент ∇H_{\perp} нормальной составляющей поля остаточной намагниченности над местом контакта полюса постоянного магнита с поверхностью металла, установлена (рисунок) зависимость между $h_{эфф}$ исследованных образцов и ∇H_{\perp} .

Статистическая обработка результатов исследований проведена в программе Microsoft-XL. Полученные результаты показали, что между $h_{эфф}$ исследованных образцов и ∇H_{\perp} имеется тесная корреляционная зависимость, которая имеет более выраженный

характер (увеличение $h_{эфф}$ вызывают большее увеличение ∇H_{\perp}) при использовании прибора МС-1 до закалки изделий (рисунок а). Это объясняется увеличением твердости (в 2 – 5 раз в зависимости от расстояния до поверхности) и коэрцитивной силы цементированной стали при закалке и снижением глубины ее намагничивания постоянным магнитом преобразователя прибора МС-1.

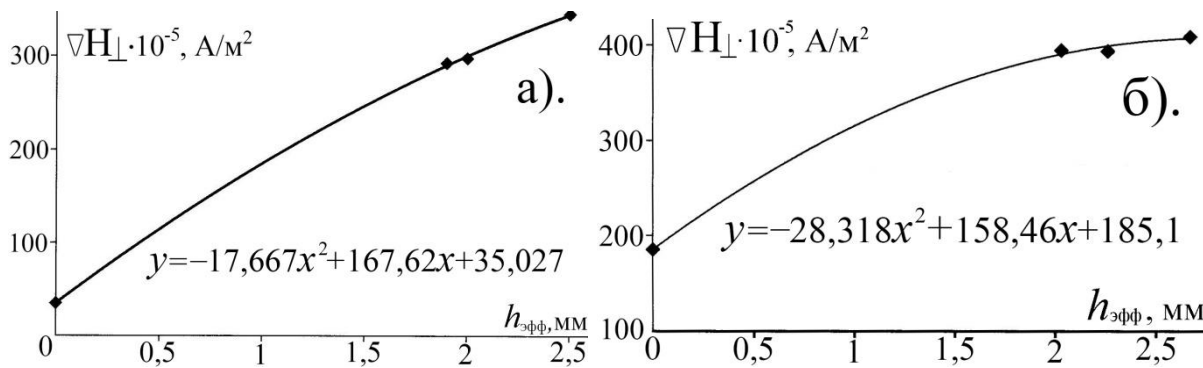


Рисунок – Линии тренда (полиномы 2-й степени) зависимостей показаний ($\nabla H_{\perp} \cdot 10^{-5}$, A/m²) прибора МС-1 от $h_{эфф}$ цементированного слоя после цементации (а) и после цементации и закалки (б) образцов из стали 18ХГТ

Глубина и локальность промагничивания изделия может быть увеличена использованием разработанного преобразователя [5], в котором стержневой постоянный магнит помещен в жестко с ним скрепленный полузамкнутый магнитомягкий экран, плоскость расположения торцевой поверхности которого совпадает с плоскостью рабочей поверхности магнита, а толщина экрана обеспечивает концентрацию в нем практически всего магнитного потока от постоянного магнита.

Полученные результаты являются предпосылкой разработки методики неразрушающего контроля процесса цементации зубчатых колес трансмиссий мобильных машин.

ЛИТЕРАТУРА

1. СТБ 2307-2013 Поверхностно-упрочненные слои металлических деталей. Методы измерения толщины. – Минск: Госстандарт, 2013. 16 с.
2. Неразрушающий контроль : справочник : в 8 т. / под общ. ред. В. В. Клюева. – Т. 6: в 3 кн. – Кн. 1: Магнитные методы контроля / В. В. Клюев [и др.]. – М.: Машиностроение, 2003. 848 с.
3. Бызов А.В., Ксенофонов Д.Г., Костин В.Н., Василенко О.Н. Селективный магнитный контроль толщины и степени упрочнения поверхностных слоев на стальных объектах // Дефектоскопия. 2021. № 12. С. 39–45.
4. Сандомирский С.Г., Валько А.Л., Руденко С.П. Анализ влияния продолжительности цементации на эффективную толщину цементованного слоя и магнитный параметр стали 18ХГТ после закалки // Механика машин, механизмов и материалов. 2020. № 3. С. 71–77.
5. Сандомирский С.Г. Устройство для локального намагничивания изделия из ферромагнитного материала: пат. на изобр. 25573 Респ. Беларусь // Аф. бюл. 2021. № 6.