

УДК 62-233.132: 629.331

## НАМАГНИЧИВАНИЕ ФЕРРОПОРОШКОВ НА ДЕТАЛИ С НЕОПРЕДЕЛЕННЫМ ХИМИЧЕСКИМ СОСТАВОМ

*Вашурина М.А., аспирант инженерного факультета  
ФГБОУ ВПО «Ярославская ГСХА»,  
Ярославль, Россия*

**Ключевые слова:** *магнитное поле, деталь, ферромагнитный порошок, химический состав.*

*В статье установлено, что распределение нормальных составляющих по длине образцов не имеет существенных особенностей, связанных с различными магнитными характеристиками, поэтому режимы намагничивания присадочного порошка на детали с неопределенным химическим составом следует устанавливать по тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля.*

Существующие технологии по нанесению покрытий требуют исследования исходного параметра изношенных деталей, такого как технологическая наследственность, полученная после предыдущей эксплуатации, что является трудновыполнимой задачей в условиях малых ремонтных предприятий [1].

Перспективным в этом направлении является применение присадочных ферромагнитных порошков в качестве индикаторного материала для обнаружения внутренних дефектов.

Одним из перспективных способов подачи присадочных порошков является его намагничивание на восстанавливаемую поверхность, что позволит исключить недостатки, присутствующие при реализации существующих способов, а также расширить возможности процесса наплавки за счет обнаружения внутренних дефектов [2].

Равномерность намагничивания порошка зависит от степени намагничности детали. В большинстве случаев для намагничивания порошка достаточна остаточная намагничность (способ остаточной намагничности) ферромагнитного материала. Способ остаточной намагничности применяют, если коэрцитивная сила материала ферромагнитных деталей составляет более 9,5 А/см.

Однако при нанесении порошка на детали из материалов с малой коэрцитивной силой (малоуглеродистая сталь) остаточная намагниченность может быть недостаточной, даже если намагничивание производилось в магнитном поле, близком к насыщению. В этих случаях нанесение ферромагнитных порошков должно производиться во время действия на изношенную деталь магнитного поля, требующегося для создания необходимой намагниченности материала (способ приложенного поля).

Режимы намагничивания необходимо выбирать таким образом, чтобы ферромагнитный порошок равномерно намагничивался на поверхность ферромагнитной детали при наличии мнимых и неопасных дефектов, а детали с наличием внутренних усталостных трещин необходимо дефектовать.

Для выбора оптимальных режимов намагничивания порошка на детали с неопределенным химическим составом необходимо ранжирование материала, которое основывается на связи между какой-либо магнитной характеристикой и химическим составом. В магнитной структуроскопии используются следующие магнитные характеристики: коэрцитивная сила, остаточная индукция, намагниченность насыщения, магнитная проницаемость [3].

Для изучения влияния внутренних дефектов на равномерность намагничивания порошка необходимо исследовать распределение нормальной  $H_n$  и тангенциальной  $H_t$  составляющих напряженности магнитного поля  $H$  по поверхности изношенной детали. Для проведения исследований изготовлен бездефектный образец №1: длиной 200 мм и диаметром 45 мм из ферромагнитного материала с неопределенным химическим составом.

Для исследования распределения нормальной  $H_n$  и тангенциальной  $H_t$  составляющих напряженности магнитного поля  $H$  по длине образца 1 использован магнитометр МФ-23И. Распределение нормальной  $H_n$  и тангенциальной  $H_t$  составляющих напряженности магнитного поля  $H$  исследовалось при  $H=65$  А/см и  $H=250$  А/см.

Из распределения нормальной  $H_n$  и тангенциальной  $H_t$  составляющих напряженности магнитного поля  $H$  (рис. 1-4) в бездефектном образце №1 в остаточном поле установлено их резкое увеличение по мере приближения к краям образца (краевой эффект).

Нормальная составляющая  $H_n$  на магнитной нейтрале меняет знак.

С увеличением напряженности магнитного поля градиент нормальной составляющей увеличивается, что приводит к уменьшению зоны выявляемости дефектов и равномерному намагничиванию порошка на поверхность изношенных деталей.

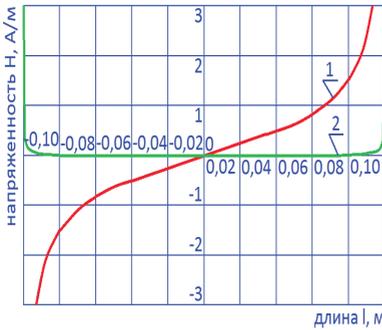


Рисунок 1 - Зависимости составляющих напряженности магнитного поля  $H=65$  А/см в остаточном поле по длине бездефектного образца №1, м:  
 1 - нормальная  $H_n$   
 2 - тангенциальная  $H_t$

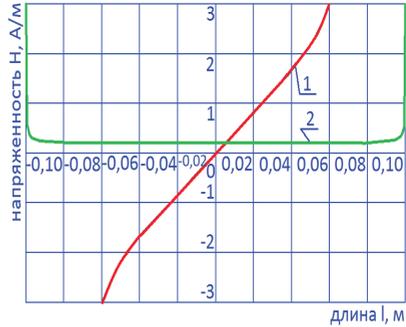


Рисунок 2 - Зависимости составляющих напряженности магнитного поля  $H=250$  А/см в остаточном поле по длине бездефектного образца №1, м:  
 1 - нормальная  $H_n$   
 2 - тангенциальная  $H_t$

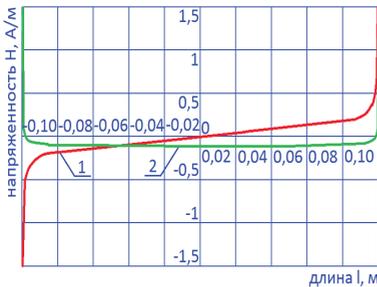


Рисунок 3 - Зависимости составляющих напряженности магнитного поля  $H=65$  А/см в приложенном поле по длине бездефектного образца №1, м:  
 1 - нормальная  $H_n$   
 2 - тангенциальная  $H_t$

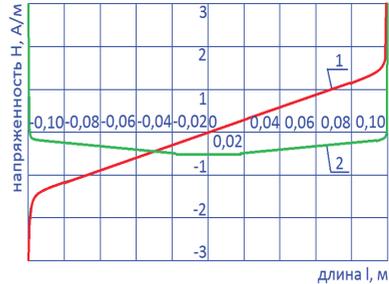
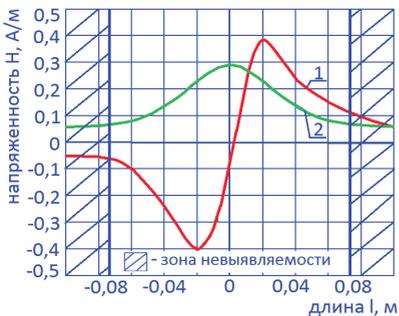
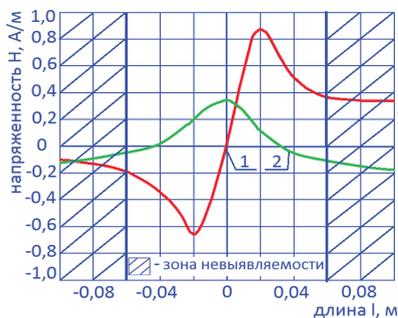


Рисунок 4 - Зависимости составляющих напряженности магнитного поля  $H=250$  А/см в приложенном поле по длине бездефектного образца №1, м:  
 1 - нормальная  $H_n$   
 2 - тангенциальная  $H_t$



**Рисунок 5 - Зависимости составляющих напряженности магнитного поля  $H=65$  А/см над дефектом в приложенном поле по длине  $l$  образца №2, м:**  
 1 - нормальная  $H_n$   
 2 - тангенциальная  $H_t$



**Рисунок 6 - Зависимости составляющих напряженности магнитного поля  $H=65$  А/см над дефектом в остаточном поле по длине  $l$  образца №2, м:**  
 1 - нормальная  $H_n$   
 2 - тангенциальная  $H_t$

После исследования нормальной  $H_n$  и тангенциальной  $H_t$  составляющих в бездефектном образце №1 выполняем искусственный дефект (надрез) глубиной 10 мм и шириной 1,6 мм, который расположен на расстоянии 100 мм от торцевой поверхности (образец №2). Распределение нормальной и тангенциальной составляющих напряженности магнитного поля получено при напряженности магнитного поля  $H=250$  А/см.

Установлено, что распределение нормальных составляющих  $H_n$  по длине  $l$  образца №2 не имеет существенных особенностей, связанных с различными магнитными характеристиками, поэтому режимы намагничивания присадочного порошка на детали с неопределенным химическим составом следует устанавливать по тангенциальной составляющей напряженности магнитного поля  $H_t$  (рис. 5-6). Кроме того, отношение  $H_n/H_t \leq 3$  является условием выявляемости внутренних усталостных трещин.

Таким образом, намагничивание присадочных порошков до процесса наплавки позволило использовать присадочный порошок в качестве индикаторного материала для обнаружения внутренних дефектов в деталях, после их предыдущей эксплуатации.

**Библиографический список:**

1. Вашурина, М.А. Электроимпульсная наплавка ферропорошков / М.А. Вашурина, М.Н. Горохова, И.М. Соцкая, П.С. Орлов // Материалы II всероссийской научно-практической конференции «История и перспективы развития транспорта на севере России: Сборник научных статей. – Ярославль: ООО «Принтхаус-Ярославль», 2013. – С.70 – 78.
2. Горохова, М.Н. Ранжирование материала деталей импортной техники с неопределенным химическим составом / М.Н. Горохова, Д.Н. Бышов, М.А. Вашурина, А.А. Горохов // Научно-производственный журнал «Вестник ФГБОУ ВПО РГТУ», Рязань, ФГБОУ ВПО РГТУ, №3 сентябрь, 2013. – С. 61
3. Горохова, М.Н. Нанесение металлопокрытий комбинированным способом обработки на детали с неопределенным химическим составом: монография / М.Н. Горохова, Е.А. Пучин, И.М. Соцкая. – Рязань: Изд-во РГТУ, 2013. – 58 с.

**FLUXING FERROPOROSHKOV FOR  
ITEMS WITH NOT CHEMICALLY**

*Vashurina M. A.*

**Key words:** *magnetic field, detail, ferromagnetic powder, chemical composition.*

*The paper found that the distribution of the normal components of the along the length of the samples has no significant features associated with different magnetic characteristics, so the magnetization modes additive powder on the details of uncertain chemical composition must be installed on the tangential component of the magnetic field.*