

УДК 620.179

КОНТРОЛЬ ЦЕМЕНТАЦИИ МАГНИТОДИНАМИЧЕСКИМ
И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫМ МЕТОДАМИ

В. И. ШАРАНДО, Н. В. КРЕМЕНЬКОВА, А. В. ЧЕРНЫШЁВ

Институт прикладной физики НАН Беларуси
Минск, Беларусь

Обеспечение надёжного контроля качества цементации металлических поверхностей до настоящего времени является актуальной задачей. В предлагаемой работе осуществлено сравнение результатов влияния содержания углерода в поверхностных слоях подвергнутой шлифовке цементованной стали на показания приборов контроля свойств металлов, использующих магнитодинамический и электромагнитный принципы измерений.

Использован толщиномер МТЦ-3 [1, 2], основанный на регистрации изменения магнитного потока в индукционной катушке, охватывающей стержневой магнит, при его контакте и затем удалении от ферромагнетика. Энергия магнита, выполненного из NdFeB, составляет 45 мДж. С помощью измерителя остаточной намагниченности ИОН-4 [2], использующего устанавливаемую на поверхность ферромагнетика и затем удаляемую от него катушку без магнита, определялся поток индукции от магнитного пятна, оставленного преобразователем толщиномера МТЦ-3 после его удаления с контролируемой поверхности. При этом величина измеряемого сигнала связана с величиной коэрцитивной силы контролируемой структуры. Исследования при переменном магнитном поле возбуждения проводились с помощью прибора ПКТ-2 [3]: измерялась амплитуда третьей гармонической составляющей выходной ЭДС накладного преобразователя, пропорциональная величине коэффициента Релея.

Исследования проводились на образце из стали 20ХН3А размерами 70 × 100 мм и высотой 25 мм.

Химический состав образца: С – 0,19 %, Si – 0,23 %, Mn – 0,48 %, P – 0,008 %, S – 0,018 %, Cr – 0,84 %, Ni – 2,85 %.

Образец подвергнут поверхностной цементации на промышленном агрегате «IPSEN».

Посредством произведенного под углом шлифования верхней плоскости образца осуществлено снятие с него металла с линейно изменяющейся толщиной удаленного слоя.

На периодически расположенных уровнях вновь образованной поверхности, различающихся по высоте на 0,2 мм, методом атомно-эмиссионной спектроскопии на спектрометре DV-6 определено содержание углерода; диапазон его изменения составил 0,65...0,24 %.

На этих же уровнях осуществлены измерения сигналов приборами МТЦ-3, ИОН-4, ПКТ-2. Результаты измерений приведены на рис. 1.



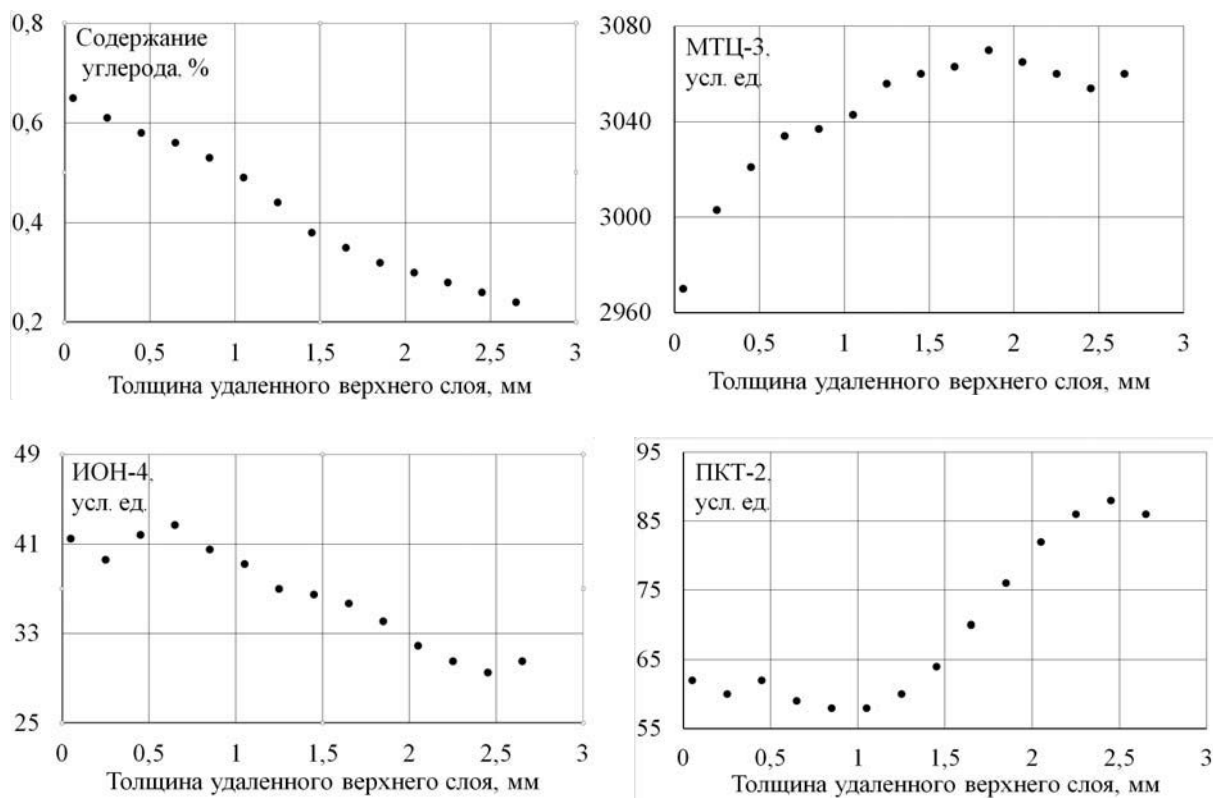


Рис. 1. Зависимость содержания углерода на поверхности образца стали 20ХНЗА и показаний приборов МТЦ-3, ИОН-4, ПКТ-2 от толщины удалённого верхнего цементованного слоя

Из рис. 1 следует, что изменение содержания углерода по глубине цементованного слоя происходит монотонно, по близкому к линейному закону. Все три использованных метода контроля обладают чувствительностью к поверхностной концентрации углерода, уменьшение содержания которого приводит к увеличению максимальной магнитной проницаемости и уменьшению коэрцитивной силы. При этом, если изменение сигнала прибора МТЦ-3 является относительно небольшим на фоне высоких общих значений и может приводить к большим погрешностям измерений, показания приборов ИОН-4 и ПКТ-2 имеют приемлемую чувствительность к содержанию углерода в поверхностном слое.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лухвич, А. А. Магнитные толщиномеры нового поколения / А. А. Лухвич // Неразрушающий контроль и диагностика. – 2010. – № 4. – С. 3–15.
2. Разработки лаборатории металлофизики ИПФ АН Беларуси в области неразрушающего контроля [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://iaph.bas-net.by/lab1/products/>. – Дата доступа: 20.02.2020.
3. Гусак, Н.О. Прибор для контроля твердости ПКТ-2 / Н. О. Гусак, А. В. Чернышев, В. Л. Цукерман // Дефектоскопия. – 1991. – № 10. – С. 92.