

ПРИБОР ИМА-6 ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА ТЕРМООБРАБОТКИ И
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ФЕРРОМАГНИТНЫХ СТАЛЕЙ

В.Ф. МАТЮК, В.А. БУРАК, А.А. ОСИПОВ, Д.А. ПИНЧУКОВ
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»
Минск, Беларусь

Импульсный магнитный анализатор ИМА-6 представляет собой новый модельный ряд приборов, реализующих импульсный магнитный метод неразрушающего контроля структурного состояния ферромагнитных материалов и изделий из них [1]. Он предназначен для неразрушающего контроля качества термообработки, механических свойств и микроструктуры изделий из низкоуглеродистых, среднеуглеродистых и низколегированных холоднокатаных и горячекатаных сталей. Прибор может также использоваться для сортировки сталей по маркам и для оценки намагниченности изделий.

В отличие от предыдущих моделей приборов импульсного магнитного контроля прибор ИМА-6 может работать в режиме измерения градиента нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности после локального импульсного намагничивания (режим приборов ИМА), режиме измерения градиента после частичного размагничивания (режим приборов ИЛК) и в режиме измерения суммы градиентов после намагничивания и после частичного размагничивания.

Первый режим работы прибора обеспечивает контроль механических свойств (твердость, предел прочности, предел текучести, относительное удлинение при разрыве) листовых холоднокатаных и горячекатаных низко- и среднеуглеродистых сталей толщиной до 30 мм, имеющими однозначную связь между этими свойствами и магнитными характеристиками после технологического отжига сталей. В этом режиме прибор может использоваться на металлургических предприятиях для выходного контроля и на машиностроительных предприятиях для входного контроля сталей.

Намагничивание и последующее частичное импульсное размагничивание изделия, позволило реализовать контроль твердости среднеуглеродистых и слаболегированных сталей после их закалки и отпуска. В этом режиме прибор может использоваться на машиностроительных предприятиях для контроля качества термообработки или их механических свойств, например, твердости.

Измерение градиентов после намагничивания и после частичного размагничивания и определение их суммы обеспечивает более высокую чувствительность и линейность показаний во всем диапазоне изменения температуры отпуска.

Для снижения влияния магнитной предыстории в приборе ИМА-6 предусмотрена магнитная подготовка изделия двумя импульсами противоположной полярности, причем направление первого импульса привязано к направлению градиента поля случайной намагниченности. Для усиления эффекта при контроле массивных изделий, имеющих случайную намагниченность, число пар импульсов магнитной подготовки может устанавливаться от 1 до 3.

В соответствии с этим в импульсном магнитном анализаторе ИМА-6 реализовано восемь режимов работы (четыре режима с магнитной подготовкой и четыре режима без нее).

В режимах с магнитной подготовкой предварительно определяется знак градиента напряженности магнитного поля случайной намагниченности и исходя из результата устанавливается полярность первого импульса.

В первом режиме осуществляется локальное намагничивание контролируемого изделия импульсами установленной амплитуды и количества а также измерение градиента ∇H_{rn} нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности после его окончания.

Во втором режиме контролируемое изделие после локального импульсного намагничивания частично размагничивается импульсным магнитным полем с заранее выбранной амплитудой и после этого измеряется градиент ∇H_{rn}^p нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности.

В третьем режиме контролируемое изделие локально намагничивается и затем частично размагничивается импульсным магнитным полем, а градиент нормальной составляющей напряженности поля остаточной намагниченности измеряют как после окончания намагничивания (∇H_{rn}), так и после окончания размагничивания (∇H_{rn}^p). Измеренные величины используют для построения двухпараметровой корреляционной модели.

Четвертый режим повторяет режим намагничивания и измерения третьего режима, но на индикатор выводится сумма измеренных градиентов ($\nabla H_{rn} + \nabla H_{rn}^p$), по величине которой и ведется контроль.

Прибор ИМА-6 состоит из преобразователя и электронного блока, соединенных между собой электрическим кабелем длиной 1,5 м. Электронный блок содержит блок намагничивания и блок измерения.

В отличие от преобразователя прибора ИМА-5Б соленоид преобразователя ИМА-6 имеет существенно большее число витков, что в совокупности с увеличенной емкостью батареи конденсаторов позволило увеличить длительность импульсов формируемого магнитного поля до 17 мс.

В приборе обеспечена повышенная точность формирования требуемой амплитуды импульсов магнитного поля независимо от ее величины и реализован компенсационный метод измерения градиента напряженности магнитного поля, автоматически устанавливается требуемый диапазон из-

мерения, предусмотрен дистанционный выбор поддиапазона измерения, дистанционный съем результатов измерения, хранение режима измерения и параметров измеряемого поля требуемое время, возможность подключения различных типов феррозондовых преобразователей без введения дополнительных каналов измерения.

Технические характеристики прибора ИМА-6

Амплитуда намагничивающих импульсов, А/м от $2,0 \cdot 10^4$ до $2,4 \cdot 10^5 \pm 5\%$	
Амплитуда размагничивающих импульсов, А/м от $1,0 \cdot 10^4$ до $2,4 \cdot 10^5 \pm 5\%$	
Шаг изменения амплитуды импульсов, А/м	
- намагничивающих	$1,0 \cdot 10^4 \pm 5\%$
- размагничивающих	$0,5 \cdot 10^4 \pm 5\%$
Диапазон показаний, А/м ²	$\pm(0-200) \cdot 10^3$
Диапазон измерения градиента напряженности магнитного поля, А/м ²	$\pm(0,2-200) \cdot 10^3$
Приведенная погрешность измерения градиента напряженности магнитного поля от конечного значения шкалы рабочего поддиапазона, %, не более	
- первый поддиапазон	5
- второй поддиапазон	5
- третий поддиапазон	5
Индикация цифровая, количество разрядов	3,5 декады
Время установления рабочего режима, мин, не более	5
Время одного измерения, мин, не более	0,5
Максимальное число измерений в минуту	1
Время непрерывной работы в режиме ожидания, час, не менее	8
Мощность, потребляемая от сети, ВА, не более	
- в режиме ожидания	17
- в режиме импульсного намагничивания	160
Габаритные размеры, мм, не более:	
электронного блока	$385 \times 265 \times 140$
преобразователя	
- диаметр	60
- высота	150
Масса, кг, не более:	
- электронного блока	7,5
- преобразователя	0,8

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Матюк, В. Ф. Импульсный магнитный контроль прочностных характеристик ферромагнитных изделий / В. Ф. Матюк // Весті НАН Беларусі. Сер. фіз.-тэхн. навук. – 1998. – № 4. – С. 114–118.

E-mail: matyuk@iaph.bas-net.by