

УДК 67.06
DOI: 10.14489/td.2016.02.pp.051-054

И. Н. Карькин, канд. физ.-мат. наук (ООО «НПП Структурная диагностика», Екатеринбург)
E-mail: ilya.karkin@nppsd.ru

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ КОЭРЦИТИМЕТРОВ ДЛЯ МОБИЛЬНОГО ПЕРИОДИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА (На правах рекламы)

Спустя почти 50 лет после создания на Урале первых коэрцитиметров серии КИФМ был разработан абсолютно новый портативный коэрцитиметр-структуроскоп КСП-01. Ключевым отличием нового прибора от предшественников является его компактность, автономность и мобильность, а также наличие беспроводного интерфейса связи Bluetooth, который позволяет использовать прибор совместно с коммуникаторами на базе ОС Android. Описана методика применения коэрцитиметра для решения задач мобильного периодического мониторинга потенциально опасных объектов, в том числе находящихся в труднодоступных местах. Кроме того, приведены примеры использования сменных наконечников датчика коэрцитиметра для неразрушающего контроля изделий сложной формы, в том числе в полевых условиях.

Ключевые слова: коэрцитивная сила, неразрушающий контроль, магнитная дефектоскопия.

I. N. Karkin ("NPP Strukturnaya Diagnostika" Ltd, Ekaterinburg)

THE TECHNIQUE OF USING MOBILE COERCIMETERS FOR PERIODIC STRUCTURAL HEALTH MONITORING

Completely new portable coercimeter-structurescope KSP-01 was developed nearly 50 years after the creation of the first coercimeters of KIFM series. The key features of the new device from the predecessors are its compactness, autonomy and mobility, as well as the presence of a wireless communication interface bluetooth, which allows you to use the device with communicators based on OS-Android. The article describes the technique of using coercimeter to solve the problem of mobile-periods monitoring potentially dangerous objects. In addition, it is given examples of replaceable tips of coercimeter sensor for non-destructive control objects of complex shapes.

Keywords: coercimeter, coercive force, nondestructive testing.

Уже в середине XX века инженеры-дефектоскописты знали, что структурные изменения, происходящие, например, при термических и деформационных воздействиях, для многих ферромагнитных сталей и чугунов сказываются на изменении коэрцитивной силы. При наличии однозначной связи между испытываемыми свойствами и коэрцитивной силой возможен неразрушающий контроль качества изделий при их производстве и эксплуатации. Коэрцитиметрический метод контроля широко применяется в прикладных задачах в нашей стране начиная с 40-х гг., а за рубежом – с 50-х гг. XX века [1, 2]. Первое упоминание переносных приборов-коэрцитиметров сделано в работе уральского ученого М. Н. Михеева [3]. Конструкции коэрцитиметров с приставными преобразователями описаны, например, в обзорной работе [4]. Основными областями применения коэрцитиметров являются: контроль качества термического и химико-термического видов обработки стальных деталей,

оценка механических свойств стального проката, рассортировка сталей по маркам, контроль одноосных механических напряжений [5]. Как правило, все коэрцитиметры прошлого века и их современные наследники (рис. 1) состоят из настольного блока ввода-вывода информации и управления и внешнего датчика, подключенного к блоку с помощью кабеля.



Рис. 1. Коэрцитиметр серии КИФМ

Технические характеристики коэрцитиметров КСП-01 и КИФМ-1

Параметр	КСП-01	КИФМ-1
Диапазон измерений, А/м	100...6000	150...4400 (1,5...44,0 А/см)
Разрешающая способность, А/м	1	1
Пределы допускаемой относительной погрешности измерения коэрцитивной силы, %	±5	±5
Размеры полюсов датчика, мм	12×28	12×28 (датчик № 1)
Сменные наконечники датчика	Есть	Есть
Тип внутреннего источника питания	Li-Pol (1000 мА·ч)	Нет
Напряжение внешнего источника питания, В	15...24	220 ± 10 %
Время работы от внутреннего источника питания (в зависимости от интенсивности эксплуатации), ч	До 8	Нет
Тип индикатора	LED, 4 символа	Стрелочный
Интерфейсы связи	RS-232, RS-485, Bluetooth	Нет
Материал корпуса	Алюминий	Сталь
Степень защиты от внешних воздействий по ГОСТ 14254	IP50	–
Габаритные размеры (длина×ширина×высота), мм, не более	180×130×160	380×300×145 (измерительный блок)
Масса, г, не более	2000	Нет данных
Условия эксплуатации: температура окружающего воздуха, °С	От –30 до +70	От +5 до +40
относительная влажность воздуха (при 25 °С), %, не более	До 80	До 80
Гарантийный срок, мес	36	Нет данных

В XXI веке развитие радиоэлектронной базы и технических средств позволяет создавать более компактные и удобные приборы, в частности приспособленные для мобильного, «полевого» использования. Одним из удачных примеров разработки последних лет является портативный коэрцитиметр-структуроскоп КСП-01, созданный на Урале сотрудниками НПП «Структурная диагностика». Прибор является полноценной заменой коэрцитиметров КИФМ-1 и КИФМ-1М, широко внедренных на металлургических и машиностроительных предприятиях России и стран СНГ. Для сравнения основные технические данные коэрцитиметров КСП-01 и КИФМ-1 представлены в таблице.

Первой отличительной особенностью прибора, позволяющей использовать его для мобильного периодического мониторинга, является принцип «все в одном» (рис. 2): датчик, аккумулятор на 8 ч автономной работы, индикатор и кнопка опроса находятся в одном монолитном корпусе, при этом прибор получился легкий и удобный. В приборе реализована методика отстройки от неконтролируемого зазора (до 1,5 мм), который может возникать в процессе контроля между полюсами коэрцитиметра и контролируемым изделием. Дополнительно для контроля деталей с неплоской поверхностью коэрцитиметр поставляется со сменными наконечниками.

Второй важной особенностью, которая была заложена в коэрцитиметр вследствие повсеместного распространения мобильных коммуникаторов, стало наличие в приборе КСП-01 модуля беспроводной связи Bluetooth. Благодаря встроенному в прибор беспроводному модулю и наличию бесплатного программного обеспечения для коммуникаторов на базе ОС Android появилась возможность использовать прибор совместно с телефоном или планшетным компьютером. В настоящее время этот подход



Рис. 2. Портативный коэрцитиметр-структуроскоп КСП-01



Рис. 3. Использование прибора в полевых условиях, в нагрудном кармане специалиста мобильный телефон на базе ОС Andoroid

применяется для решения задач мобильного периодического мониторинга потенциально опасных объектов, в том числе находящихся в труднодоступных местах. На рис. 3 показано использование прибора в полевых условиях. Специалист держит прибор одной рукой и, нажимая на кнопку опроса, встроенную в ручку, проводит измерения коэрцитивной силы в нужных местах исследуемого объекта. При этом рабочему не обязательно смотреть на индикацию прибора – об успешном считывании и сохранении показаний в памяти телефона он узнает по специальному звуковому сигналу, который он слышит в наушнике, когда данные считаны, переданы и сохранены в коммуникатор.

Когда работа на объекте закончена и цикл измерений выполнен, сотрудник сразу же может отправить все сохраненные в коммуникаторе результаты по электронной почте в удаленный офис для анализа, обработки и составления отчета. Благодаря наличию в большинстве современных коммуникаторах встроенного GPS-модуля и фотокамеры, каждое измерение автоматически сопровождается фотоснимком и координатами, таким образом, удаленно можно проконтролировать способ и место полученных результатов измерения.

Третьим существенным достоинством коэрцитиметра КСП-01 является возможность быстро, в том числе в полевых условиях, сменить наконечники датчика. Например, специалисты Челябинского кузнечно-прессового завода в этом году приняли решение отказаться от использования твердометров, которые применяли ранее для оценки механических свойств готовых изделий, и перейти на неразрушающий метод контроля с помощью коэрцитиметров. После измерения и сравнения коэрцитивной силы для бракованных и годных деталей, которые сотрудники завода предоставили в ФГУП

УНИИМ, была наглядно продемонстрирована (значения коэрцитивной силы для годной и бракованной деталей отличались на величину существенно большую, чем точность измерения) возможность использования для поставленных целей коэрцитиметров. При этом научные сотрудники УНИИМ разработали для челябинского завода методику, позволяющую проводить измерения деталей разной формы одним прибором, сменяя только наконечники с плоских на полукруглые (рис. 4).

Как известно [6, 7], коэрцитиметры достаточно давно применяют для оценки механических свойств проката, напряженно-деформированного состояния конструкционных сталей и стального проката. Например, в работе [5] показано, что измерения коэрцитивной силы в продольном и поперечном направлениях позволяют определить величину и направление, соответственно, имеющихся усилий, оценить степень деградации механических свойств и остаточного ресурса трубного проката. Для оценки механических свойств труб на практике также оказываются незаменимыми сменные наконечники датчика, с помощью которых можно выполнять измерения снаружи и внутри трубы (рис. 5).

Кроме задачи мобильного неразрушающего контроля блоки коэрцитиметров КСП-01, объединенные в сеть (на шине RS-485), могут быть использованы для создания систем непрерывного мониторинга стальных конструкций или автоматизированных измерительных комплексов диагностики изделий в металлургии и машиностроении



Рис. 4. Полукруглые наконечники датчика коэрцитиметра для контроля твердости готового изделия

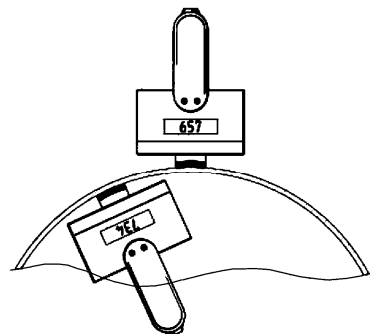


Рис. 5. Обследование трубы прибором со съемными наконечниками разной формы

[5]. Таким образом, можно сделать вывод, что даже в XXI веке, спустя десятилетия после создания первых коэрцитиметров, методика измерения коэрцитивной силы находит широкое применение, особенно при применении современных приборов мобильного использования, соответствующих последним тенденциям развития электронных научных устройств.

Библиографический список

1. **Михеев М. Н.** Магнитный метод контроля термической обработки тракторных изделий // Вестник металлопромышленности. 1940. № 8/9. С. 87 – 89.
2. **Förster F.** Ein Betriebsgerät zur schnellen und genauen Messung der Koerzitivkraft sowie ihrer Temperaturabhängigkeit // Ztschr. Metalk. 1955. Bd. 46. N 4. S. 297 – 302.
3. **Михеев М. Н.** Универсальный переносной коэрцитиметр для контроля качества термической обработки стальных изделий // Тр. Ин-та металловедения, металлургии и металлофизики. 1941. Вып. 1. С. 1 – 10.
4. **Горкунов Э. С., Захаров В. А.** Коэрцитиметры с приставными магнитными устройствами (обзор) // Дефектоскопия. 1995. № 8. С. 69 – 88.
5. **Бидя Г. В., Ничипурук А. П.** Коэрцитиметрия в неразрушающем контроле // Дефектоскопия. 2000. № 10. С. 3 – 28. (**Bida G. V., Nichipuruk A. P.** Coercive force measurements in nondestructive testing // Russian Journal of Nondestructive Testing. 2000. V. 36. Is. 10. P. 707 – 727.)
6. **Муриков С. А., Артемьев И. А., Муриков Е. С. и др.** Возможности коэрцитиметрии для диагностики технического состояния валков стана горячей прокатки // Сталь. 2011. № 11. С. 68 – 71.

7. **Безлюдько Г. Я., Попов Б. Е., Соломаха Р. Н., Карабин В. В.** Главные особенности метода коэрцитивной силы как нового уровня эффективности и культуры слежения за усталостью и ресурсом металлоконструкций и оборудования // В мире НК. 2014. № 3 (65).

References

1. **Mikheev M. N.** (1940). Magnetic testing method of heat treatment of tractor products. *Vestnik metallopromyshlennosti*, (8/9), pp. 87-89.
2. **Förster F.** (1955). Ein Betriebsgerät zur schnellen und genauen Messung der Koerzitivkraft sowie ihrer Temperaturabhängigkeit. *Ztschr. Metalk*, 46(4), pp. 297-302.
3. **Mikheev M. N.** (1941). Universal portable coercimeter for quality testing of the heat treatment of steel products. *Trudy instituta metallovedeniia, metallurgii i metallofiziki*, (1), pp. 1-10.
4. **Gorkunov E. S., Zakharov V. A.** (1995). Coercimeters with auxiliary magnetic devices (review). *Defektoskopiia*, (8), pp. 69-88.
5. **Bida G. V., Nichipuruk A. P.** (2000). Coercive force measurements in nondestructive testing. *Defektoskopiia*, (10), pp. 3-28. (**Bida G. V., Nichipuruk A. P.** (2000). Coercive force measurements in nondestructive testing. *Russian Journal of Nondestructive Testing*, 36(10), pp. 707-727.)
6. **Murikov S. A., Artem'ev I. A., Murikov E. S. et al.** (2011). Possibilities of coercimetry to diagnose the technical condition of the hot rolling mill rollers. *Stal'*, (11), pp. 68-71.
7. **Bezliud'ko G. Ia., Popov B. E., Solomakha R. N., Karabin V. V.** (2014). The main possibilities of the coercive force method as a new level of efficiency and the culture of monitoring on fatigue and resource of metal and equipment. *V mire NK*, 65(3).

М.А. Исаев, И.А. Круглов

ДЕФЕКТЫ СВАРНЫХ СОЕДИНЕНИЙ. ФОТОАЛЬБОМ



2300 руб.

ПРАКТИЧЕСКОЕ ПОСОБИЕ

ISBN 978-5-4442-0037-7. Формат - 60x88 1/8, 84 страницы, год издания - 2013.

Фотоальбом дефектов сварных соединений составлен в виде презентации, содержащей в более 100 иллюстрации дефектов с макрошлифами и текстовыми комментариями. Рассмотренные типы визуальных дефектов, являются наиболее распространенными в производстве сварных конструкций.

В альбоме рассмотрены термины и определения:

– ГОСТ 2601-84 Сварка металлов. Термины и определения основных понятий;

– РД 03-606-03 Инструкция по визуальному и измерительному контролю.

Фотоальбом предназначен для подготовки и повышения квалификации сварщиков и специалистов по визуальному и измерительному контролю I, II, III уровней.

119048, г. Москва, ул. Усачева, д. 35, стр. 1. 000 «Издательский дом «Спектр»
Телефон отдела реализации: (495) 514-26-34. Дополнительный телефон офиса: (926) 615 17 16.

E-mail: zakaz@idspektr.ru. Http://www.idspektr.ru