

С.О. Губський, Харків, Україна

МЕТОД ПРИВЕДЕННЯ ПОКАЗАНЬ РІЗНИХ СТРУКТУРОСКОПІВ ТИПУ КРМ-ЦК-2М ДО ОДНОГО

В статті запропонований метод приведення показань різних структуроскопів типу КРМ-ЦК-2М, при магнітному (коерцитивному) неруйнівному контролі однієї металокопункції, до одного. Що дозволяє збільшити достовірність паспорта магнітного контролю, і тим самим, об'єктивніше спрогнозувати залишковий ресурс контрольованої металокопункції

В статье предложен метод приведения показаний различных структуроскопов типа КРМ-ЦК-2М, при магнитном (коэрцитивном) неразрушающем контроле одной металлокопункции, к одному. Что позволяет увеличить достоверность паспорта магнитного контроля, и тем самым, объективно спрогнозировать остаточный ресурс контролируемой металлокопункции

S.O. GUBS'KIY

METHOD OF REDUCTION OF INDICATIONS DIFFERENT TYPES STRUCTURESCOPY KRM-ЦК-2M TO UNIFORM

The authors propose a method to bring evidence of various types structurescopy KRM-CK-2M, with a magnetic (coercive) nondestructive testing of one metal to one. Thus increasing the reliability of the passport of a magnetic control, and thereby objectively predict the residual life of the controlled metal hoisting machine

Постановка проблеми. Для контролю зміни напружено-деформованого стану металокопункції крана, потрібно проводити регулярно магніто-коерцитивний неруйнівний контроль його металокопункції. Результати, якого заносити в паспорт магнітного контролю [1]. Тоді, за зміною коерцитивної сили H_C (А/см) в елементах металокопункції, на протязі деякого часу, можливо відстежити динаміку розвитку напружено-деформованого стану металокопункції крана та спрогнозувати її залишковий ресурс.

Основними приладами для проведення магніто-коерцитивного контролю є структуроскопи типу КРМ-ЦК-2М.

Раніше встановлено [2, 3, 4], що різні структуроскопи типу КРМ-ЦК-2М, мають різну роздільну здатність. Це впливає на достовірність результатів магнітного контролю та паспорта магнітного контролю.

Були зроблені заміри коерцитивної сили H_C (А/см) зразка металу зі сталі 09Г2С (ГОСТ 19281-89) із змінним перерізом різними структуроскопами типу КРМ-ЦК-2М. Результати замірів представлені в таблиці 1 та в графічному вигляді на рисунку. 1, фото 1.

Технологія виготовлення та використання зразків зі змінним перерізом була описана в [3, 4].

Різниця результатів магніто-коерцитивного контролю на одній товщині зразка зі змінними перерізами різними структуроскопами склала 13-16 %. Тоді, якщо, мігніто-коерцитивні НК для ПМК робилися різними структуроскопами то користь та достовірність ПМК значно зменшується.

Таблиця 1 – Результати замірів коерцитивної сили зразка металу зі сталі 09Г2С із змінним перерізом різними структуроскопами типу КРМ-ЦК-2М

Зав. № структуроскопа	Товщина металу δ , мм				
	6	8	10	12	16
504	4,70	4,14	3,68	3,34	3,02
674	4,40	3,90	3,40	3,10	2,90
834	4,20	3,60	3,10	2,90	2,70
532	4,05	3,62	3,26	3,06	2,88

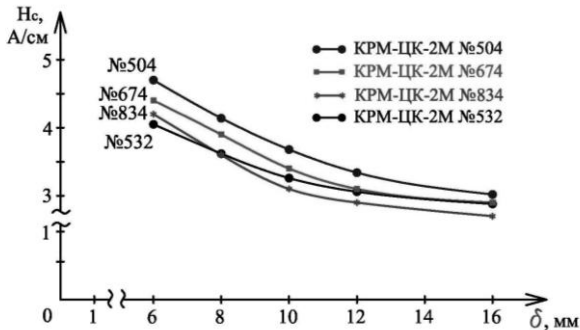


Рисунок 1 – Залежність показань коерцитивної сили H_c від товщини контрольованого металу зразка зі сталі 09Г2С різними структуроскопами типу КРМ-ЦК-2М



Фото 1 – Заміри коерцитивної сили H_c на зразках зі змінними перерізами різними структуроскопами типу КРМ-ЦК-2М

Аналіз останніх досліджень. В Україні в 2005 році були затверджені «Методичні вказівки з проведення магнітного контролю напружено-деформованого стану металоконструкцій підйомних споруд та визначення їх залишкового ресурсу» МВ 0.00-7.01-05 [5]. Вони базуються на російській методиці «РД ИКЦ «КРАН»-007-97/02» [6].

Дослідженням магнітного контролю на основі коерцитивної сили МК вантажопідійомних споруд присвячені роботи Котельникова В. С., Григорова О. В., Попова В. А., Попова Б. Є., Ліпатова А. С., Левин Є. А. [3, 4, 7, 8, 9].

Невирішені частини загальної проблеми. В роботах [3, 4] проведено дослідження впливу недостатньої роздільної здатності структуроскопів КРМ-ЦК-2М. Але, те що при магніто-коерцитивному НК однієї металокопункції різними приборами, отримуємо неоднакові результати контролю – раніше не розглядали.

Мета статті. Запропонувати метод приведення показань різних структуроскопів типу КРМ-ЦК-2М, при магніто-коерцитивному НК однієї металокопункції, до одного.

Основний матеріал. Неоднакова роздільна здатність (різна інтенсивність намагнічування) різних труктуро скопом типу КРМ-ЦК-2М впливає на достовірність паспорта магнітного контролю [1]. Для вирішення цієї проблеми пропонується використовувати метод математичного приведення всіх результатів магніто-коерцитивного НК, що робилися на одній металокопункції різними приборами до одного.

Суть цього методу покажемо на прикладі.

Металокопункції крана-перевантажувача (г/п 32 т, дата виготовлення – 1975 р.) робили магніто-коерцитивний НК в 2008 р., 2009 р. та в 2010 р. [10], при цьому використовувався метод перерахунку [3, 4]. Всі результати заносилися в ПМК. Перші два магніто-коерцитивні НК робилися труктуро скопом КРМ-ЦК-2М зав. №834, а останній структуро скопом КРМ-ЦК-2М зав. №542.

Найбільшу увагу при магніто-коерцитивному НК приділяли розкосам шпренгельної системи та опорному вузлу із-за аварій, що траплялися з кранами-перевантажувачами цього типу [11].

Зведені результати всіх трьох магнітних контролів одного з розкосів наведені в таблиці 2 (матеріал Сталь 20, товщина 12 мм).

Таблиця 2 – Результати магніто-коерцитивних НК по довжині розкоса крана-перевантажувача протягом трьох років (матеріал Сталь 20, товщина 12 мм)

Рік контролю	Зав. № структуроскопа	Значення коерцитивної сили H_c (А/см)				
2008	834	4,50	3,00	3,30	3,10	4,80
2009	834	4,70	3,30	3,50	3,30	5,00
2010	542	4,16	2,71	2,92	2,60	4,48

Як видно з таблиці 2, значення коерцитивної сили в 2010 р. різко впали. Це викликано різною роздільною здатності структуроскопів КРМ-ЦК-2М зав. №834 та 542 (різною інтенсивністю намагнічування).

Кожного разу при проведенні магніто-коерцитивного НК, для приведення результатів коерцитивної сили на різних товщина елементів металокопункції крана-перевантажувача до однієї товщини використовувався один і той же зразок з різними перерізами. Результати магніто-

коерцитивного НК цього зразка різними структуроскопами типу КРМ-ЦК-2М наведенні в таблиці 3.

Таблиця 3 – Результати магніто-коерцитивних НК зразка з різними перерізами зі Сталь 20

Зав. № структуроскопа	Товщини зразка, мм						
	6	8	10	12	14	16	20
542	2,65	2,11	1,75	1,50	1,40	1,30	1,18
834	3,00	2,70	2,50	2,30	2,20	2,10	2,00

З таблиці 3 видно, що на кожній товщині перерізу зразка показання коерцитивної сили (H_C , А/см) структуроскопа КРМ-ЦК-2М зав. №834 на деяку величину коерцитивної сили $\Delta H_{C\delta}$ більші (δ – товщина перерізу зразка, тобто 6 мм, 8 мм, ..., 20 мм) від структуроскопа КРМ-ЦК-2М зав. №542.

Для того щоб провести аналіз зміни коерцитивної сили в елементах металоконструкції крана-перевантажувача за три роки потрібно врахувати різницю $\Delta H_{C\delta}$. Тобто до результатів магніто-коерцитивного НК структуроскопом КРМ-ЦК-2М зав. №542 на деякій товщині зразка δ , потрібно додати $\Delta H_{C\delta}$ на відповідній товщині зразка (рисунок 2).

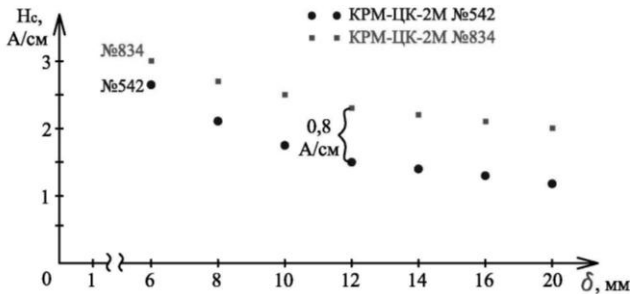


Рисунок 2 – Результати магніто-коерцитивних НК зразка з різними перерізами зі Сталі 20

Якщо проводився магніто-коерцитивний НК на товщині, якої не має на зразку з різними перерізами, то потрібно провести апроксимацію замірів коерцитивної сили двома приборами на цьому зразку. І отримавши функції кривих подальшими математичними розрахунками вичислити потрібну величину $\Delta H_{C\delta}$ (А/см).

В нашому прикладі товщина розкоса крана-перевантажувача 12 мм. При цій товщині $\Delta H_{C 12}=0,8$ А/см (таблиця 3, рисунок 2). Збільшивши результати магніто-коерцитивного НК в 2010 р. структуроскопом КРМ-ЦК-2М зав. №542 на $\Delta H_{C 12}$ отримуємо:

Таблиця 4 – Перераховані результати магніто-коерцитивних НК по довжині розкоса крана-перевантажувача 2010 р. (матеріал Сталь 20, товщина 12 мм)

Рік контролю	Зав. № структуроскопа	Значення коерцитивної сили ΔH_c (А/см)				
2010	542	4,96	3,51	3,72	3,60	5,28

В таблиці 5 наведено приріст коерцитивної сили з 2008 по 2010 рік в розкосі крана-перевантажувача

Таблиця 5 – Приріст коерцитивної сили з 2008 по 2010 рік в розкосі крана-перевантажувача

Інтервал часу, роки	Приріст коерцитивної сили H_c (А/см)				
2008-2009	0,20	0,30	0,20	0,20	0,20
2009-2010	0,26	0,21	0,22	0,30	0,28

Приріст коерцитивної сили (таблиця 5) в 2008-2009 характерний для важкого режиму роботи [12], а в 2009-2010 характерний для дуже важкого режиму роботи.

Реальний режим навантаження металоконструкції крана-перевантажувача – середній. Але інтенсивність та величина навантаження розкосів шпренгельної системи – характерна для дуже важкого режиму роботи. Що і було підтверджено магніто-коерцитивним неруйнівним контролем.

Висновки. При використанні ПМК необхідно разом з ним мати зразок зі змінними перерізами. Це дозволяє:

- порівняти роздільну здатність (інтенсивність намагнічування) всіх структуроскопів КРМ-ЦК-2М якими проводився магніто-коерцитивний НК на даній металоконструкції;

- в разі, якщо маємо різну роздільну здатність структуроскопів, то використовуючи метод математичного приведення, привести всі результати магніто-коерцитивного НК, що робилися на даній металоконструкції різними приборами до одного.

А вже далі робити аналіз результатів магніто-коерцитивного НК.

Однак, якщо немає з ПМК зразка зі змінними перерізами. То необхідно вибрати не навантажену зону металоконструкції, в якій раніше робилися заміри коерцитивної сили. Тоді, провівши заміри коерцитивної сили в цих зонах, можливо (в деякій мірі) порівняти роздільну здатність структуроскопів КРМ-ЦК-2М якими проводився магніто-коерцитивний НК на даній металоконструкції.

Виробникам структуроскопів КРМ-ЦК-2М потрібно змінити методику підбору зразків (що поставляються разом з ним) для настроювання цих приборів. А саме, виробляти ці зразки для всіх структуроскопів з одного металу з однаковими механічними властивостями, хімічним складом та незмінним балом зерна. Можливо, потрібно збільшити кількість цих зразків металу (не два, як зараз). Точніше відстроювати всі параметри

структуроскопів типу КРМ-ЦК-2М. Результатом цього повинна бути різниця результатів замірів коерцитивної сили одного металу різними структуроскопами КРМ-ЦК-2М не більше 5 %.

Список використаних джерел: 1. Котельников В. С. Паспорт магнитного контроля / В. С. Котельников, В. А. Попов и др. // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2006. - №1 – С. 30-30. 2. Михеев М. Н. Магнитные методы структурного анализа и не разрушающего контроля / М. Н. Михеев, Е. С. Горкунов // - М. : 1993. 3. Попов В. А. Практика применения экспериментальных образцов с переменным сечением при оценке значений коэрцитивной силы по результатам магнитного контроля металлоконструкций мостовых кранов, отработавших нормативный срок / В. А. Попов, С. А. Губский // Збірник статей 6-го міжнародного науково-практичного семінару «Технічне переозброєння та безпека в промисловій енергетиці. – Х. : 2006. - С. 58-64. 4. Григоров О. В. Метод анализа замеров коэрцитивной силы при технической диагностике металлоконструкций кранов с разными толщинами элементов / О. В. Григоров, В. А. Попов, С. А. Губский и др. // 2009 р. Metrologija. - 2009. - №3. – С. 34-39. 5. МВ 0.00-7.01-05 – К. : 2005. - 77 с. 6. РД ИКЦ «КРАН»-007-97/02 – М., 2002. – 75 с. 7. Попов Б. Е. Магнитная диагностика и остаточный ресурс подъемных сооружений / Б. Е. Попов, В. С. Котельников и др. // Безопасность труда в промышленности. – 2001. - №2. – С. 44-49. 8. Попов Б. Е. Диагностика мостовых кранов в литейных цехах / Б. Е. Попов, А. Е. Левин и др. // Безопасность труда в промышленности. - 2004. - №4. – С. 33-38. 9. Попов В. А. Оценка напряженно-деформированного состояния металлоконструкций грузоподъемных кранов по изменениям коэрцитивной силы металла / Попов В. А., С. А. Губский и др. // Подъемные сооружения. Специальная техника. - 2005. - №5. – С. 24-29. 10. Отчеты по результатам исследований напряженно-деформированного состояния элементов металлоконструкций крана-перегрузателя мостового типа 29+76,2+23-32-У1 грузоподъемностью 32,0т пролетом 76,2 м, установленного в ЦТП Запорожской ТЭС (рег.№57897, зав.№1469) № 225-08, №248-09, №272-10 / ООО «Подъёмсервис» // - Х. : 2008, 2009, 2010. 11. Чиковани А. Е. Экспертное обследование и ремонт мостовых перегружателей. Медлить опасно / А. Е. Чиковани // Подъемные сооружения. Специальная техника. - 2004. - №2. 12. Котельников В. С. Практика магнитной диагностики подъемных сооружений при проведении экспертизы промышленной безопасности / В. С. Котельников, Б. Е. Попов и др. // Подъемные сооружения. Специальная техника. – 2003. - №3 – С. 22-23.

Надійшла до редколегії 31.03.11

Bibliography (transliterated): 1. Kotel'nikov V. S. Pasport magnitnogo kontrolja / V. S. Kotel'nikov, V. A. Popov i dr. // Pod'emnye sooruzhenija. Special'naja tehnika. – 2006. - №1 – S. 30-30. 2. Miheev M. N. Magnitnye metody struktornogo analiza i ne razrushajuwego kontrolja / M. N. Miheev, E. S. Gorkunov // - M. : 1993. 3. Popov V. A. Praktika primenenija jeksperimental'nyh obrazcov s peremennym secheniem pri ocenke znachenij kojercitivnoj sily po rezul'tatam magnitnogo kontrolja metallokonstrukcij mostovyh kranov, otrabotavshih normativnyj srok / V. A. Popov, S. A. Gubskij // Zbirnik statej 6-go mizhnarodnogo naukovo-praktičnogo seminaru «Tehnične pereozbroennja ta bezpeka v promisl'ovij energetiki. – H. : 2006. - S. 58-64. 4. Grigorov O. V. Metod analiza zamerov kojercitivnoj sily pri tehničeskoj diagnostike metallokonstrukcij kranov s raznymi tol'ninami jelementov / O. V. Grigorov, V. A. Popov, S. A. Gubskij i dr. // 2009 r. Metrologija. - 2009. - №3. – S. 34-39. 5. MV 0.00-7.01-05 – K. : 2005. - 77 s. 6. RD IKC «KРАН»-007-97/02 – M., 2002. – 75 s. 7. Popov B. E. Magnitnaja diagnostika i ostatočnyj resurs pod'emnyh sooruzhenij / B. E. Popov, V. S. Kotel'nikov i dr. // Bezopasnost' truda v promyšlennosti. – 2001. - №2. – S. 44-49. 8. Popov B. E. Diagnostika mostovyh kranov v litejnyh cehah / B. E. Popov, A. E. Levin i dr. // Bezopasnost' truda v promyšlennosti. - 2004. - №4. – S. 33-38. 9. Popov V.A. Ocenka naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija metallokonstrukcij gruzopod'emnyh kranov po izmenenijam kojercitivnoj sily metalla / Popov V. A., S. A. Gubskij i dr. // Pod'emnye sooruzhenija. Special'naja tehnika. - 2005. - №5. – S. 24-29. 10. Otčety po rezul'tatam issledovanij naprjazhenno-deformirovannogo sostojanija jelementov metallokonstrukcij kрана-pereguzhatelja mostovogo tipa 29+76,2+23-32-U1 gruzopod'emnost'ju 32,0t proletom 76,2 m, ustanovlennogo v CTP Zaporozhskoj TJeS (reg.№57897, zav.№1469) № 225-08, №248-09, №272-10 / ООО «Pod'emservis» // - H. : 2008, 2009, 2010. 11. Chikovani A. E. Jeksperтноe obsledovanie i remont mostovyh peregruzhatel'ej. Medlit' opasno / A. E. Chikovani // Pod'emnye sooruzhenija. Special'naja tehnika. - 2004. - №2. 12. Kotel'nikov V. S. Praktika magnitnoj diagnostiki pod'emnyh sooruzhenij pri provedenii jeksper'tizy promyšlennoj bezopasnosti / V. S. Kotel'nikov, B. E. Popov i dr. // Pod'emnye sooruzhenija. Special'naja tehnika. – 2003. - №3 – S. 22-23.