

СПРОЩЕНИЙ МОНІТОРИНГ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ БЕЗ ЗАЧИСТКИ ЇХ ПОВЕРХОНЬ

Троїцький В.О., Литвиненко В.А.

ІЕЗ ім. С. О. Патона НАН України. 03150, м. Київ, вул. Казимира Малевича, 11. E-mail: office@paton.kiev.ua

Утворення тріщин, корозійна поразка і старіння металу є основною проблемою довго експлуатованих металоконструкцій. Найчастіше ці споруди мають несприятливі умови для якісної зачистки їх поверхні, що потрібно за правилами неруйнівного контролю. Для оцінки стану таких численних об'єктів існує метод Alternative Current Field Measurement (ACFM) (Метод вимірювання полів змінного струму). У методі ACFM поєднуються фізичні основи вихорострумових та магнітних методів неруйнівного контролю. Прилади методу ACFM призначені в основному для виявлення протяжних дефектів у вигляді тріщин без зачистки поверхні об'єкта, а також для контролю під водою. Існує багато об'єктів, які підлягають контролю, мають погану поверхню об'єкту контролю (ОК) (груба поверхня, велика шорсткість або погано підготовлена поверхня ОК тощо) зварних споруд, та інших металевих виробів. Назвемо цю ідею умовно Crack Testing (СТ) (Контроль тріщин). СТ – ідея реалізується не тільки методом ACFM, а й традиційними методами: електромагнітно – акустичним (ЕМА), магнітних полів розсіювання (MFL), вихорострумовим (ЕТ). Бібліогр. 13, табл. 1, рис. 6.

Ключові слова: металоконструкції, неруйнівний контроль, ACFM, вихорострум, магнітний порошок, ЕМА, тріщини, дефектоскопія, Crack Testing, дефекти

Для металоконструкцій, термін експлуатації яких перевищив 25-річний термін, цінується не той метод неруйнівного контролю (НК), який виявляє найменший дефект, а той метод, який не пропустить найнебезпечніший дефект згідно з нормативним документом на виріб. Найнебезпечнішими дефектами є протяжні тріщини. Такі дефекти пропускати не можна. Дрібних дефектів багато, вони не завжди можуть бути причиною аварій у найближчому майбутньому. Інформація про дрібні дефекти мало цікава, так як вони не завжди є критичними. Критичність дефектів визначається згідно з нормативним документом на виріб.

Згідно з літературними джерелами [11], руйнування металу відбувається тоді, коли відбувається накопичення дислокацій в металі в великих кількостях. Місця з великим скупченням дислокацій є джерелами зародження мікротріщин. Мікротріщина є концентратором напруги. Коли напруга перевищує межу міцності виробу, відбувається розрив основного металу. Тому потрібно не допускати утворення тріщин шляхом виконання комплексних робіт НК.

На практиці в НК в першу чергу цінується достовірність результатів контролю. Також не є винятком, коли важливо знати узагальнену інформацію, таку, як: «Має виріб критичний дефект чи ні», «Чи може виріб експлуатуватися в подальшому». При цьому пошук небезпечної тріщини на поверхнях може проводитися крізь захисні шари різних покриттів, з великими проміжками між перетворювачами і поверхнею об'єкта. Тому в цих випадках варто звернути увагу на безконтактні методи контролю.

В роботі [1] описано пристрій для безконтактного виявлення тріщин в процесі експлуатації важкодоступних об'єктів без зачистки їх поверхонь, включаючи об'єкти, що знаходяться під водою.

Прилади на основі методу ACFM вже використовуються в різних країнах для трубопроводів і елементів конструкцій, плавучих бурових установок та їх опор, які знаходяться у воді, технологічних трубопроводів в нафтовій і газовій промисловості, а також для контролю рухомого складу в залізничній промисловості.

Прилад на основі ACFM-методу був розроблений компанією TSC Inspection systems на початку 1990 р. в Великобританії. Метод ACFM дозволяє виявляти і вимірювати тріщини, що виходять на поверхню металу, через фарбу і захисні покриття товщиною до 10 мм. Спочатку застосування призначалося для морських нафтових споруд, плавучих установок для видобутку, зберігання і відвантаження нафти, а саме для контролю об'єктів, частини яких знаходяться в підводному стані [3, 4]. Далі ми розглянемо, з чого складається найпростіший принцип роботи ACFM [1, 2].

У перетворювачі ACFM (рис. 1) [13] вбудований індуктор з двома котушками, по яким протікає змінний електричний струм, під дією якого індукується струм в об'єкті контролю. Якщо дефектів немає, то наведений струм рівномірно розподілений під перетворювачем. Рівномірність електричного струму (вихорового струму) порушується при наявності дефекту у вигляді тріщин, пор і т. п. При цьому струм тече навколо тріщини (рис. 2) [1], огинаючи її. Сигнал, отриманий магнітним

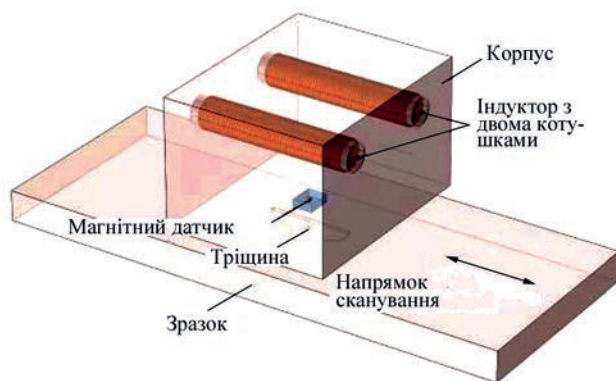


Рис. 1. Найпростіша схема перетворювача ACFM TSC Amigo датчиком, пропорційний індукції магнітного поля $B_x B_x$, реагує на зменшення поверхневої густини електричного струму, коли струм обтікає поверхню тріщини. Інша складова цього поля $B_z B_z$ реагує на полюси, що виникають при обтіканні електричного струму навколо кінців тріщини. Тріщини можуть бути розпізнані і кількісно оцінені за сигналами магнітної матриці або одиночного датчика, розташованого між індуктором і виробом.

На рис. 3 показані сигнали від дефекту на екрані приладу ACFM при проходженні перетворювача над дефектом. У лівій частині екрана відобра-

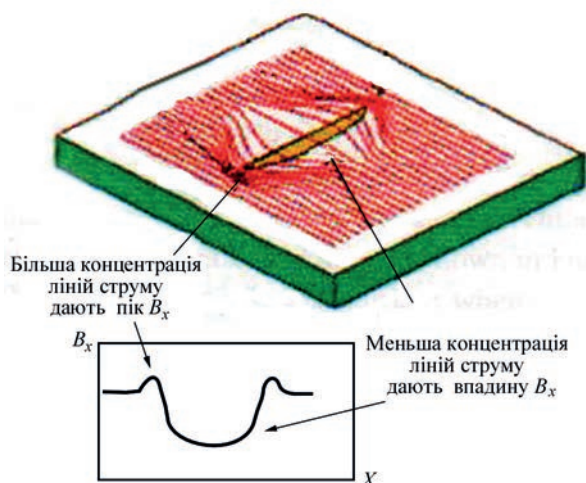


Рис. 2. Розподіл змінного струму над дефектом

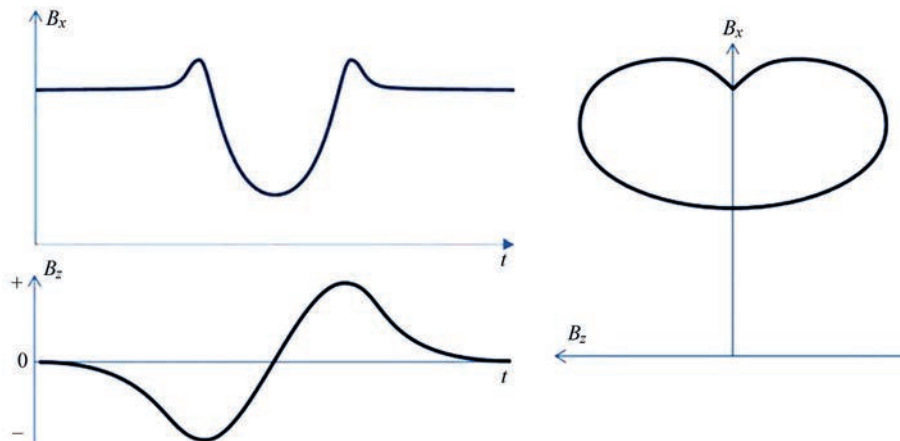


Рис. 3. Інформація про дефект на екрані приладу ACFM, B_x та B_z – складові магнітного поля над дефектом

жаються значення B_x та B_z . Протяжність дефекту визначається западиною на графіку $B_x = f(X)$. Найглибша точка цієї кривої відповідає найглибшій частині тріщини. Піки на цьому графіку вказують на розташування кінців тріщини. Щоб полегшити інтерпретацію результатів, в правій стороні екрану побудована характерна петля дефекту $B_x = f(B_z)$. Форма цієї петлі характеризує дефект. Ця фігура не чутлива до швидкості контролю і покращує розуміння результату контролю.

Програмні алгоритми приладу миттєво визначають значення довжини і глибини тріщини. Інформація відображається на графіку $B_x = f(B_z)$.

Перетворювач для методу ACFM фірми Amigo працює на частоті 5 кГц (також робоча частота може бути спроектована під будь-які завдання контролю), містить дві котушки і магнітний датчик. Корпус перетворювача виготовлений із пластику. Магнітний датчик визначає значення щільності магнітного потоку на поверхні.

Прилад (рис. 4) [3, 4] може виявляти поверхневі дефекти як у феромагнітних металах, так і в кольорових металах. Об'ємні дефекти, такі, як корозія або пористість, дають набагато більш слабкі сигнали, ніж площинні дефекти.

Зараз випускаються прилади, які забезпечують швидкість сканування до 0,3 м/с. Це швидкий, точний та відносно спрощений метод пошуку і оцінки тріщин, при якому не потрібно мати контрольний зразок і не має потреби в зачистці поверхні. У разі одного чутливого датчика в ACFM – перетворювачі, сканування повинно проводитися з повертання на 90° , щоб виявляти поздовжні і поперечні тріщини. Після визначення орієнтації тріщини проводиться сканування вздовж тріщини для визначення її розмірів. Все вирішується швидше в разі використання матричного датчика всередині.

Згідно з літературними даними [1, 2], перетворювач для приладу ACFM може надійно виявляти тріщини на поверхні довжиною 10 мм і глибиною до 2 мм на багато прохідних зварних з'єднаннях,



Рис. 4. Загальний вигляд системи ACFSM фірми TSC Amigo

або довжиною 5 мм і глибиною 0,5 мм на хороших поверхнях (шорсткість поверхні відповідає $R_a = 1,25$), тобто різниця в якості поверхонь. Також для різьбових з'єднань, якщо необхідно, техніку ACFSM можна зробити більш чутливою завдяки використанню мікросондів і більш високих частот. В цьому випадку протяжні дефекти у вигляді тріщин будуть виявляються довжиною 2,2 мм і глибиною 0,3 мм, а в кольорових металах близько 4 мм і глибиною 0,5 мм. Очевидно, при цьому виникає більш високий відгук від шорсткості поверхні і т. п.

Також варто зауважити, що існує можливість безконтактного визначення розмірів тріщин, і в той же час оператор може не бути фахівцем в НК, що є важливою перевагою ACFSM – методу у порівнянні з іншими методами неруйнівного контролю.

Порівняємо ACFSM з іншими методами НК, такими, як електромагнітно-акустичний (ЕМА), магнітних полів розсіювання (MFL) та вихрострумний (ЕТ). На наш погляд, це ті безконтактні методи, які можуть бути застосовані для виявлення прихованих протяжних тріщин у важких умовах та важкодоступних місцях (контроль під водою) (таблиця).

Чутливість до тріщин всіх методів, зазначених в таблиці, збільшується з підвищенням частот і змен-

Порівняння методів НК

Найменування методу Особливість	Вимірювання полів змінного струму (ACFSM)	Магнітних полів розсію- вання (MFL)	Вихрострумо- вий метод (ЕТ)	Електро-магнітно- акустичний метод (ЕМА)
Низька якість поверхні не впливає на результат	+	+	–	+
Витратні матеріали	–	–	–	–
Можливість контролю кольорових металів	+	–	+	+
Можливість вимірювання товщини	±	±	±	+
Визначення протяжності тріщини, її довжини без еталонування	+	±	±	±
Залежність рівня сигналів від величини зазорів від поверхні	±	±	±	±

Прийняті позначення: + так; ± прийнятно, частково обмежено; – немає.

шенню зазорів, але не варто забувати, що також підвищується ймовірність шумів, які обумовлені відображеннями від неоднорідностей структури матеріалу, або електричними шумами апаратури, що в свою чергу може вплинути на достовірність результатів.

Дія електромагнітно-акустичного методу (ЕМА) заснована на електродинамічній і магнітопружній взаємодії всередині металу [7]. Імпульсні акустичні коливання збуджуються і приймаються при ЕМА безконтактно. Чим більше зазор, тим менше чутливий ЕМА – перетворювач до дрібних тріщин.

Електродинамічна взаємодія між магнітним полем і індукованим струмом виникає в струмопровідних матеріалах. Ультразвукова хвиля викликає механічні коливання, які генеруються безпосередньо в досліджуваному об'єкті (рис. 5). Збудження і прийом ультразвукових хвиль походить від впливу на поверхні електропровідного об'єкта змінних і постійних магнітних полів. Індуктор, через який протікає імпульс високочастотного струму, створює в поверхневому шарі металу вихровий струм. В результаті спільної дії вихрового струму і магнітного поля виникають сили Лоренца, що створюють механічні ультразвукові коливання відповідного типу. Залежно від конструктивних параметрів індуктора і орієнтації поляризуючого поля, збуджуються зсувні SH – хвилі радіальної

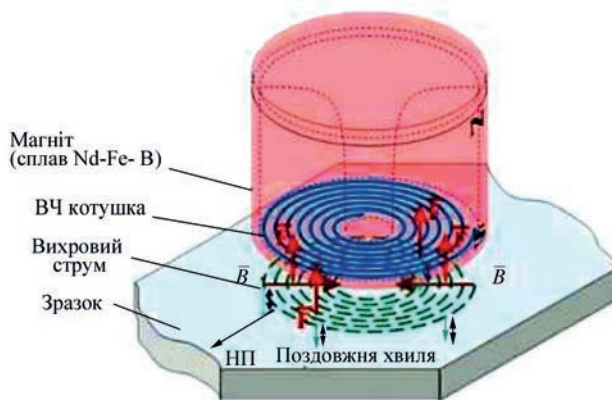


Рис. 5. Схема ЕМА-перетворювача для поперечних хвиль [10]

або лінійної поляризації. При ЕМА УЗК є можливість роботи крізь неметалеві покриття до 4 мм.

Перевагою даного методу є висока ймовірність контролю виробу в умовах низьких і високих екстремальних температур при погано підготовленій поверхні ОК. Недоліком є мертва зона поверхневого шару виробу (близько 5 мм).

Далі розглянемо Magnetic Flux Leakage Technology (MFL) – метод виявлення витoku магнітного потоку, технологію магнітного неруйнівного контролю, яка реалізується, наприклад, на основі датчиків Холла [8, 9]. Витік магнітного потоку є найчастіше використовуваними для оцінки цілісності трубопроводів. Також він найчастіше використовується для виявлення тріщини, як в осьовому, так і в окружному напрямках, хоча він схильний до впливу товщини стінки труби та інших факторів. В цьому випадку в результаті локального намагнічування матеріалу з'являється магнітний потік розсіювання над поверхнею об'єкта, який реєструється датчиком Холла. Даний метод так само працює при наявності зазору між перетворювачем і ОК. При розташуванні твердотільного чутливого елемента перпендикулярно поверхні ОК записується тангенціальна складова напруженості потоку розсіювання магнітного поля. Обмотка зі змінним струмом збуджує безпосередньо під собою в електропровідному напівпросторі однорідне електромагнітне поле, де відповідно до принципу дзеркального відображення вихровий струм буде практично лінійним. При знаходженні обмотки над протяжним дефектом, напрямком якого збігається з віссю обмотки, відбудеться насичення тріщин вихровими струмами і магнітне поле розсіювання на поверхні об'єкта збільшується. Довжина тріщини може визначатися за допомогою одного магнітного датчика або матриці таких датчиків, які переміщуються разом з котушками збудження всередині перетворювачів.

Перевірка витoku магнітного потоку не вимагає попередньої обробки і сигнали легко виявляються, що в результаті дає можливість виявити безліч типів поверхневих дефектів. Недоліком методу є чутливість до швидкості, стінки виробу повинні досягнути повного магнітного насичення.

Вихрострумний метод (Eddy – current testing) (ET) неруйнівного контролю заснований на аналізі взаємо-

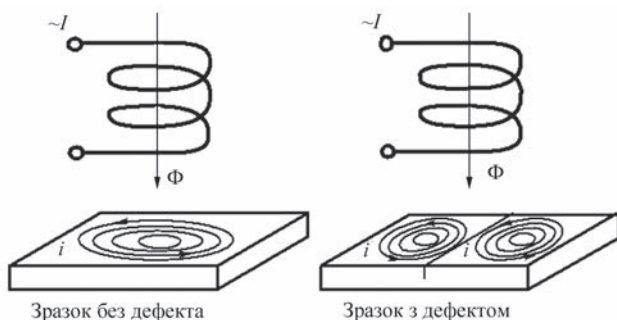


Рис. 6. Розподіл струмів в бездефектній і дефектній ділянках з тріщиною при традиційному вихрострумному контролі

дії зовнішнього електромагнітного поля з електромагнітним полем вихрових струмів, створюваних котушкою збудження в електропровідному ОК цим полем.

На рис. 6 показано принцип виникнення вихрових струмів і їх перерозподіл при наявності тріщини.

Магнітне поле вихрових струмів (рис. 6) протилежно первинному магнітному полю обмотки збудження, тому результуюче поле залежить від електромагнітних властивостей ОК і від зазору між ОК і датчиком. Цей метод в залежності від розмірів котушок збудження може виявляти дрібні дефекти, аж до визначення структури матеріалу, які необхідно виявляти в таких галузях, як авіація і енергетика. Перевірка методом вихрових струмів вимагає попередньої ретельної обробки ОК, тоді сигнали легко виявляються, що в результаті дає можливість виявити безліч типів поверхневих дефектів. Недоліком методу є відносно невелика глибина проникнення в феромагнітну сталь, щоб можна було виявляти дефекти, який знаходяться на глибині більше 1...2 мм. Глибина проникнення в металах з низькою електропровідністю (таких, як нержавіюча сталь, титан, нікелеві сплави, бронза і т. п.) становить 5...8 мм при 5 кГц, тоді як глибина проникнення в металах з високою електричною провідністю (таких, як алюміній, мідь і вольфрам) становить близько 1...2 мм при тих же частотах.

Сьогодні методи ЕМА, MFL і ET можуть застосовуватися для товщинометрії і виявлення інших дрібних дефектів. Їх основна відмінність в тому, що за допомогою ЕМА зручно контролювати великі товщини і їх залишкове значення. Метод вихрових струмів ефективно використовується для контролю поверхневих шарів виробів, виконаних з немагнітних металів, там, де не можуть застосовуватися магнітні методи. Метод ACFM ґрунтується на принципах вихреструмного методу і може бути альтернативою методам MFL, де застосовується локальне намагнічування основного металу.

Очевидно, що НК без зачистки поверхні, контроль через фарбу і ізоляцію будь-яким з зазначеним в таблиці методом, буде втрачати інформацію через велику відстань до об'єкта, а також зростає ймовірність виникнення помилкових сигналів, що в свою чергу ускладнює інтерпретацію результату контролю.

Назвемо умовно цей підхід Crack Testing, тобто контроль тріщин (СТ – ідея), або пошук розколин (великих тріщин), так як виявлення дрібних дефектів в деяких випадках неможливо з об'єктивних причин (наприклад, груба, не зачищена поверхня ОК).

При виборі фізичного методу для реалізації підходу Crack Testing треба зуміти відповісти на питання: «Який великий дефект не може бути пропущений» при непідготовленому або погано підготовленому об'єкті під НК.

Суть підходу СТ – ідеї, в тому, що вона не розрахована на високу чутливість і якісну зачистку

поверхні виробу, що обмежує застосування НК, важкодоступність об'єктів контролю (наприклад, висотні або підводні ОК), а в деяких випадках збір даних виконує фахівець, що не має відношення до НК (наприклад, водолаз або альпініст). Виявлення дрібних дефектів в такій ситуації стає вкрай важким з вище викладеної причини.

Метод АСFM може застосовуватися при перевірці грубої поверхні конструкцій з будь-яких електропровідних матеріалів (кольорових металів). При цьому, кількість пропущених великих дефектів і хибних сигналів при АСFM нижче в порівнянні з традиційним вихрострумовим методом. Також існує можливість використання методу ЕМА спільно з АСFM – методом, якщо це необхідно. При цьому глибина проникнення поширюється на всю товщину виробу.

Вихрострумовий метод гірше справляється з підходом Crack Testing, так як спочатку був розрахований на добре підготовлену поверхню ОК і велику частоту збуджуючих обмоток. В іншому випадку котушки збудження повинні бути протяжними (велика робоча площа) або повинна бути матриця з великої кількості дрібних датчиків (котушок) малого діаметра. Також робоча частота не повинна перевищувати 5 кГц. В такому виконанні з'являється можливість виявляти великі тріщини при відповідній потужності збудження. MFL в основному застосовується для феромагнітних виробів і також добре підходить під завдання Crack Testing, так як у нього досить висока швидкість і надійність при контролі.

На завершення потрібно відзначити переваги АСFM-методу:

- можливість контролю без попередньої зачистки;
- можливість визначення глибини дефекту (тріщини);
- можливість контролю в екстремальних умовах (під водою);
- не вимагає у оператора (збирача даних) навичок в НК (аналіз і обробка результатів відбувається віддалено).

Також не слід забувати, що в НК немає універсального методу, за допомогою якого можна було проконтролювати і зробити висновок про його придатність. Кожен метод НК має свої переваги і в цей же час і недоліки. Тому для контролю особливо небезпечних об'єктів застосовують комплекс різних методів НК, щоб виключити пропуски дефектів.

Список літератури

1. Ge Jiuhao, Li Wei, Chen Guoming Yin Xiaokang et al. (2017) Analysis of signals for inclined crack detection through alternating current field measurement with a U-shaped probe. *Insight – Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*, 59, 3, 121–128.
2. Li Wei an, Chen Guoming, Yin Xiaokang et al. (2013) Analysis of the lift-off effect of a U-shaped ACFM system. *NDT&E International*, 53, 31–35.
3. Eddyfi Technologies. Available at: <https://eddyfi.com/en> [Accessed 22.06.2020].

4. TSC Subsea. Available at: <https://www.tscsubsea.com/> [Accessed 22.06.2020].
5. Троицкий В.А. (2018) *Дефектоскопия XXI века*. Киев, Изд-во ИЭС им. Е.О. Патона НАНУ.
6. Шаранова Д. А. (2016) Бесконтактные методы выявления питинговых дефектов стенок металлических изделий. *Территория Нефтегаза*, 10, 34–40.
7. Кириков А.В., Забродин А.Н., Комлик А.В. (1999) Методы и средства ультразвукового контроля проката с применением электромагнитно-акустических преобразователей. *В мире неразрушающего контроля*, 3, 18–20.
8. Потапов А.И., Сясько В.А., Пудовкин О.П. (2015) Оптимизация параметров первичных измерительных преобразователей, реализующих технологию MFL. *Дефектоскопия*, 8, 64.
9. Слесарев Д.А., Абакумов А.А. (2013) Обработка и представление информации в MFL методе неразрушающего контроля. *Там же*, 9, 3.
10. Потапов А.И., Сясько В.А., Соломенчук П.В. и др. (2015) *Электромагнитные и магнитные методы неразрушающего контроля материалов и изделий*. Т. 2. СПб, Нестор-История.
11. Гуляев А.П. (1986) *Металловедения*. Рипол Классик.
12. Троицкий В.А., Радко В.П., Демидко В.Г. Бобров В.Т. (1986) *Неразрушающий контроль качества сварных конструкций*. Киев, Техника.
13. EMWORKS, Alternating Current Field Measurement. Available at: <https://www.emworks.com/application/alternating-current-field-measurement> [Accessed 22.06.2020].

References

1. Ge Jiuhao, Li Wei, Chen Guoming Yin Xiaokang et al. (2017) Analysis of signals for inclined crack detection through alternating current field measurement with a U-shaped probe. *Non-Destructive Testing and Condition Monitoring*, 59(3), 121–128.
2. Li Wei an, Chen Guoming, Yin Xiaokang et al. (2013) Analysis of the lift-off effect of a U-shaped ACFM system. *NDT&E Intern.*, 53, 31–35.
3. Eddyfi Technologies. <https://eddyfi.com/en> (Accessed 22.06.2020).
4. TSC Subsea. <https://www.tscsubsea.com/> (Accessed 22.06.2020).
5. Troitskiy, V.A. (2018) *Defectoscopy of XXI century*. Kiev, PWI [in Russian].
6. Sharanova, D.A. (2016) Contactless methods of detection of pitting defects in metal product walls. *Territoriya Neftegaza*, 10, 34–40 [in Russian].
7. Kirikov, A.V., Zabrodin, A.N., Komlik, A.V. (1999) Methods and means of ultrasonic testing of rolled stock with application of electromagneto-acoustic transducers. *V Mire Nerazrushayushchego Kontrolya*, 3, 18–20 [in Russian].
8. Potapov, A.I., Syasko, V.A., Pudovkin, O.P. (2015) Optimization of parameters of primary measuring transducers implementing the MFL technology. *Defektoskopiya*, 8, 64 [in Russian].
9. Slesarev, D.A., Abakumov, A.A. (2013) Data processing and presentation in MFL method of nondestructive testing. *Ibid.*, 9, 3 [in Russian].
10. Potapov, A.I., Syasko, V.A., Solomenchuk, P.V. et al. (2015) *Electromagnetic and magnetic methods of nondestructive testing of materials and products*. Vol. 2. St.-Petersburg, Nestor-Istoriya [in Russian].
11. Gulyaev, A.P. (1986) *Metals science*. Ripol Classic [in Russian].
12. Troitskiy, V.A., Radko, V.P., Demidko, V.G., Bobrov, V.T. (1986) *Nondestructive testing of welded structure quality*. Kiev, Tekhnika [in Russian].
13. EMWORKS, Alternating Current Field Measurement. <https://www.emworks.com/application/alternating-current-field-measurement> (Accessed 22.06.2020).

SIMPLIFIED MONITORING OF METAL STRUCTURES WITHOUT CLEANING THEIR SURFACES

V.O. Troitskiy, V.A. Litvinenko

E.O. Paton Electric Welding Institute of NASU, 11 Kazymyr Malevych, Kyiv, 03150. E-mail: office@paton.kiev.ua

The formation of cracks, corrosion damage and aging of the metal are the main problem of long-life metal structures. Most often, these structures have unfavorable conditions for high-quality cleaning of their surface, which is required by the rules of non-destructive testing. To assess the condition of such numerous objects, there is the method of Alternative Current Field Measurement (ACFM). The ACFM method combines the physical foundations of eddy current and magnetic methods of non-destructive testing. ACFM devices are designed mainly for the detection of extended defects in the form of cracks without scraping the surface of the object, as well as for underwater control. There are many objects that are subject to control, have a poor surface of the object of control (OC) (rough surface, high roughness or poorly prepared OC surface, etc. of welded structures and other metal products). Let us conditionally call this idea Crack Testing (CT). CT idea is implemented not only by the ACFM method, but also by the traditional methods of electro-magnetic acoustic (EMA), magnetic flux leakage (MFL), and eddy – current testing (ET). 13 Ref., 1 Tabl., 6 Fig.

Keywords: metal structures, nondestructive testing, ACFM, eddy current, magnetic powder, EMA, cracks, flaw detection, crack testing, defects

Надійшла до редакції 17.07.2019

XII Міжнародна спеціалізована виставка

КИЇВСЬКИЙ ТЕХНІЧНИЙ ЯРМАРОК



**МІЖНАРОДНИЙ
ВИСТАВКОВИЙ ЦЕНТР**
Україна, м. Київ, Броварський пр-т, 15
тел.: (044) 201-11-65, 201-11-65, 201-11-56
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua,
plasto@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.tech-expo.com.ua

**24–27 листопада
2020**

Генеральний інформаційний партнер: **Українська Промислова Асоціація**
Експозиційний медіа-партнер: **ГОЛОВНОГО ІНЖЕНЕРА**
Технічний партнер: **РосіяMedia**

**XIX МІЖНАРОДНИЙ
ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ – 2020**
МІЖНАРОДНІ СПЕЦІАЛІЗОВАНІ ВИСТАВКИ

**24 – 27
листопада**



ОРГАНІЗАТОР:
Міжнародний виставковий центр

Генеральний інформаційний партнер: **Українська Промислова Асоціація**
Експозиційний медіа-партнер: **ГОЛОВНОГО ІНЖЕНЕРА**
Технічний партнер: **РосіяMedia**

Міжнародний виставковий центр
Україна, 02002, Київ
Броварський пр-т, 15
"Леобережна"
☎ (044) 201-11-65, 201-11-56, 201-11-58
e-mail: alexk@iec-expo.com.ua
www.iec-expo.com.ua, www.mec.укр
www.tech-expo.com.ua

**ВЕДУЩАЯ ВЫСТАВКА В МИРЕ
СВАРКА • РЕЗКА • ОБРАБОТКА**



**LET'S JOIN
THE WORLD!**

**РЕГИСТРИРУЙТЕСЬ
СЕЙЧАС!**

13.–17. сентября 2021

**SCHWEISSEN
& SCHNEIDEN**
No. 1
IN THE WORLD

www.schweissen-schneiden.com

DVS GERMAN WELDING SOCIETY

**MESSE
ESSEN**