



**НОВИНИ УКРАЇНСЬКОГО ТОВАРИСТВА  
НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ ТА ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ**  
член Європейської федерації з неруйнівного контролю  
член Міжнародного комітету з неруйнівного контролю



**Вітаємо нових індивідуальних членів  
Українського товариства НКТД**

- **Деменкову Світлану Дмитрівну**  
старшу викладачку кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»
- **Защепкіну Наталію Миколаївну**  
д.т.н., професорку кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Здоренка Валерія Георгійовича**  
д.т.н., професора кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

**Підтвердили членство в УТ НКТД  
на новий термін**

- **Балєв Володимир Миколайович**  
к.т.н., професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»
- **Богдан Галина Анатоліївна**  
к.т.н., доцентка кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Галаган Роман Віталійович**  
к.т.н., доцент кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Горкунов Борис Митрофанович**  
д.т.н., професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»
- **Григоренко Ігор Володимирович**  
д.т.н., професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»
- **Григоренко Світлана Миколаївна**  
к.т.н., доцентка кафедри автоматизації технологічних систем та екологічного моніторингу НТУ «Харківський політехнічний інститут»
- **Дроздова Тетяна Василівна**  
к.т.н., доцентка кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

- **Зайцева Лілія Василівна**  
к.т.н., доцентка кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»
- **Кубай Микола Михайлович**  
керівник відділу ТзОВ «Кипер-Пласт», м. Львів
- **Лисенко Юлія Юріївна**  
к.т.н., доцентка кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Момот Андрій Сергійович**  
PhD, старший викладач кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Нижник Олександр Ігорович**  
к.т.н., доцент кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Павловський Олексій Михайлович**  
к.т.н., доцент кафедри комп'ютерно-інтегрованих оптичних та навігаційних систем НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Паренюк Дмитро Володимирович**  
PhD, старший викладач кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Повшенко Олександр Анатолійович**  
Ph.D., асистент кафедри автоматизації та систем неруйнівного контролю НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Старовойт Ярослав Іванович**  
к.т.н., доцент кафедри акустичних та мультимедійних електронних систем НТУУ «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»
- **Плєснецов Сергій Юрійович**  
д.т.н., доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

▪ **Плєснецов Юрій Олександрович**

к.т.н., професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

▪ **Львов Сергій Геннадійович**

к.т.н., професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

▪ **Лисенко Володимир Валерійович**

к.т.н., доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

▪ **Смолін Юрій Олександрович**

к.т.н., професор кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

▪ **Хомяк Юрій Валентинович**

к.т.н., доцент кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

▪ **Чуніхіна Тетяна Віталіївна**

к.т.н., доцентка кафедри інформаційно-вимірювальних технологій НТУ «Харківський політехнічний інститут»

*Технології та засоби для НК*

## ТЕХНОЛОГІЇ ОЦІНКИ НАПРУЖЕНОГО СТАНУ МЕТАЛУ В ЗОНІ ЗВАРНОГО ШВА

Троїцький В.О., д.т.н., проф.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ

Відомо дуже багато методів оцінки внутрішніх напружень у металах, у тому числі залишкових. Усі види зварювальних дефектів є концентраторами напружень. Тому всі способи виявлення дефектів можуть давати певну інформацію й про внутрішні напруження. З магнітних методів найбільш чутливим і затребуваним для відповідальних завдань є магнітооптичний метод (МОМ) оцінки залишкових напружень. Схему МОМ показано на рис. 1.

Магнітооптичний контроль базується на візуалізації топографії магнітного поля поверхні за допомогою ферит-гранатової плівки, в якій структура магнітних доменів чутлива до незначних зовнішніх магнітних полів. Були досліджені способи магнітооптичного контролю

прокату та зварних з'єднань як за наявності високочастотного намагнічування (класика) і проміжного носія інформації (нікелевої стрічки), так і без них, тобто безпосередньо за допомогою тільки ферит-гранатової плівки (рис. 1). В обох випадках магнітооптичний метод дозволив виявляти слабкі магнітні поля на поверхні, які «не бачать» інші методи НК. За допомогою МОМ відновлюються, наприклад, зрізані зашпакльовані номери стволів гармат, агрегатів, автомобілів тощо, при вибиванні яких виконувався наклеп. Такі локальні напружені стани можна вимірювати й за допомогою рухомих пристроїв при відповідному їх укомплектуванні засобами МОМ, наприклад, як показано на рис. 2. Тут рухомі намагнічувальні пристрої (НУ) типу ТВА обладнані датчиками МОМ. Вони вимірюють внутрішні напруження, магнітні поля, наприклад, у пришовній зоні, де ці поля створюють тріщини, підвищені залишкові напруження (ЗН), втомні магнітні поля.

Усі елементи МОМ у схемах на рис. 1, 2 дуже мініатюрні та мають розміри, що не перевищують розмірів інших засобів, що монтується на платформах ТВА для виконання візуально-вимірювального контролю. Використання магнітооптичного методу за схемою рис. 2 може бути використано при оцінці стану пришовної зони в нитці розкритого газопрово-

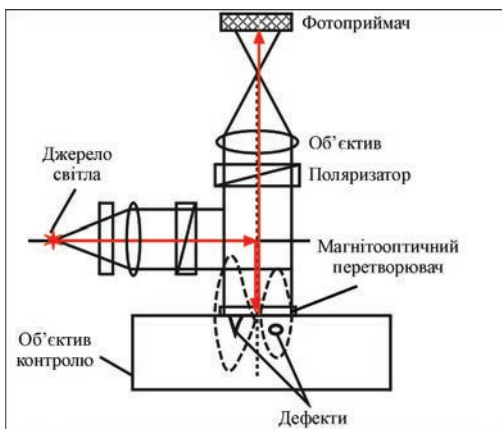


Рис. 1. Схема МОМ

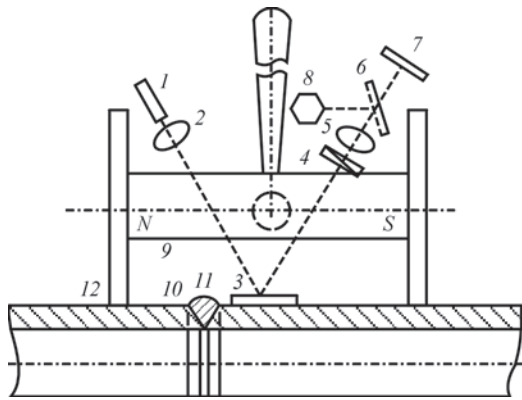


Рис. 2. Схема МОМ на базі НУ (9) типу ТВА, призначеного для оцінки напруженого стану пришовних зон (10) монтажних (11) і поздовжніх (12) швів газопроводів; 1 – джерело поляризованого світла; 2 – формувач пучка світла; 3 – плівка магнітооптична; 4 – аналізатор; 5 – оптична система; 6 – дзеркало; 7, 8 – фотоприймачі

ду (що вибухнув), коли треба знайти повноцінну трубу, до якої всі нерозкриті, але «втомлені» труби повинні бути замінені. Це схоже на виявлення «втомлених» артилерійських стволів. Метал стволів після певної кількості пострілів «втомлюється» і тому стволи розриваються. Реальний ресурс кожного ствола свій, що залежить від передісторії та структури металу. Стан стволів треба перевіряти.

Зварювання є ключовою технологією при виготовленні конструкцій, а зварні шви і прилегла до них зона – областю пікових залишкових напружень. Існуючі методи оцінки залишкових напружень мають свої позитивні та негативні сторони, але не всі з них придатні для роботи в зоні зварних швів. Над тріщинами, «втомленими» зонами (без тріщин) на поверхні об'єкта з'являються магнітні поля розсіювання. Тоді спрацьовує особливість структури плівки 3, яка реагує на слабкі магнітні поля. Джерело поляризованого світла 1 через формувач пучка світла 2 освітлює плівку 3. Світло, відбите від бездефектних ділянок, гаситься аналізатором 4. Світло від дефектних зон змінює свою поляризацію й не затримується аналізатором 4. Після оптичної системи 5 світло, що несе інформацію про стан об'єкта, через дзеркало 6 потрапляє на фотоприймачі 7 і 8. Далі за допомогою комп'ютерних програм на моніторі відображається зображення їх нормальних складових. Подібна система МОМ для зварних з'єднань описана в патенті України № 36299 «Спосіб магнітооптичної дефектоскопії трубопроводу» і в журналі ТДНК № 2, 2018.

За даними А.А. Антонова і к.т.н. І.Ю. Уткіна, існує багато інших методів оцінки залишкових напружень (ЗН), включаючи руйнівні методи. Нижче вони коротко викладені в порівнянні. Одним з істотних недоліків зварювання плавленням, крім різноманітності дефектів, є високий рівень ЗН.

Безпосередньо виміряти величину напруження неможливо. Тому всі методи оцінки ЗН мають непрямий характер. Вимірюється ознака, що залежить від напруженого стану, яку можна виміряти. Далі проводиться перерахунок величини вимірюваної ознаки у величину та знак механічних напружень. Методи оцінки ЗН активно розвиваються, з'являються все нові й нові. Загальна риса цих методів – потрібне попереднє отримання тарирувальної кривої, що пов'язує величину будь-якої фізичної ознаки та величини напружень.

**Метод шумів Баркгаузена (магнітошумовий метод).** Заснований на створенні магнітного поля, що плавно змінюється. Доменни, що опинилися під впливом цього поля, прагнуть повернути напрямок своєї магнітної орієнтації слідом за зовнішнім магнітним полем. Цей поворот супроводжується рухом меж між доменами. Переміщення доменної стінки всередині кожного зерна, рухи доменної стінки викликають електричні імпульси в котушці, розташованій на досліджуваному матеріалі. Сума всіх електричних імпульсів, викликаних загальними рухами доменної стінки, являє собою шумоподібний сигнал, відомий як шум Баркгаузена. На рис. 3 представлені такі прилади: Інтроскан (Білорусь), Rollscan і Stresscan (США). Мінімальна база вимірювання – близько 30 мм. Для проведення вимірювань потрібна тарирувальна крива.

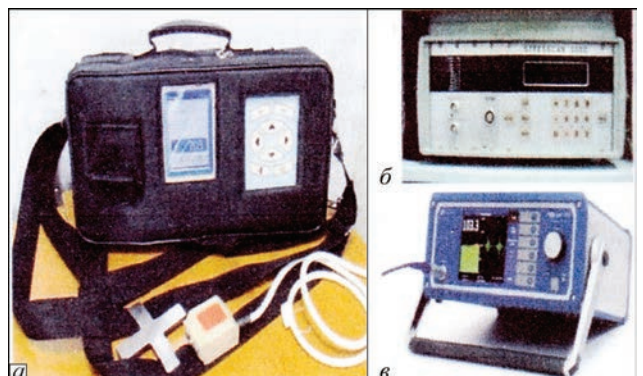


Рис. 3. Магнітошумові прилади: Інтроскан (а); Rollscan (б); Stresscan (в)

**Магнітоанізотропний метод** принципово відрізняється від інших магнітних методів. Його кінцевим результатом є не величина двох компонент плоского напруженого стану, а різниця головних механічних напружень (РГМН). Показано, що згідно з третім критерієм міцності (критерій Треска) руйнування матеріалу відбувається, коли  $\tau_{\max} = (\sigma_1 - \sigma_3) / 2 \leq k$ , де  $\tau_{\max}$  – максимальне дотичне напруження;  $\sigma_1, \sigma_3$  – найбільше та найменше напруження в середовищі. Магнітні властивості феромагнетика залежать від головного магнітного напрямку. Це явище отримало назву «магнітна анізотропія» (МА), яка може виникнути через: магнітопружні деформації; зовнішні та внутрішні напруження (наведена магнітна анізотропія); анізотропію форми зразка. Прилади працюють з перетворювачами, які являють собою два П-подібних магнітопроводи, на одному з яких розташовується обмотка збудження, на іншому – вимірювальні обмотки.

Перетворювачі використовують анізотропію магнітних властивостей, що виникає у феромагнетика при навантаженні зовнішньою силою. Обладнання для даного методу випускається серійно (рис. 4).

**Метод магнітної пам'яті металу** (рис. 5) заснований на реєстрації розподілу залишкової намагніченості вздовж поверхні металу, що склалася під дією робочих і залишкових напру-

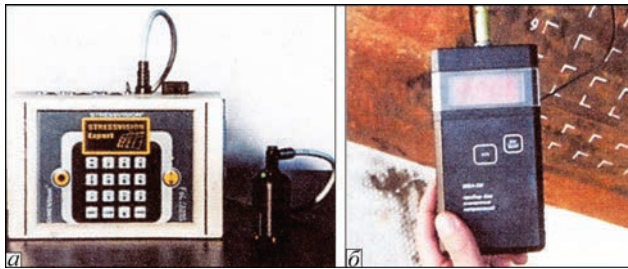


Рис. 4. Сканери-дефектоскопи: Stressvision (а); MBH-3М (б)



Рис. 5. Прилад для вимірювання концентрації напружень

жень. Цей метод не вимагає спеціальних намагнічувальних пристроїв. Місця концентрації напружень від робочих навантажень заздалегідь невідомі. Вони визначаються в процесі контролю. Не потрібна будь-яка підготовка контрольованої поверхні. Використовуються прилади вимірювання концентрації напружень, що мають малі габарити, автономне живлення.

**Метод АФЧХ-тестування** реалізується шляхом пропускання електричного струму змінної частоти через досліджувану ділянку. Переносний модуль керує в автоматичному режимі частотою вимірювального сигналу. За вимірними електричними величинами можна визначити величину середніх напружень і дійсні напруження. Метод АФЧХ-тестування представлений приладами (рис. 6, а) серії СИТОН (скан-індикатор технологічних і залишкових напружень). Приклад отриманих епюр залишкових напружень наведено на рис. 6, б.

**Метод акустичної тензометрії.** Основою всіх акустичних методів визначення напруженого стану є пружноакустичний ефект – лінійна залежність швидкості пружних хвиль від напружень. Зазвичай визначають одно- і дво-вісні напруження, що діють у площині, перпендикулярній до напрямку поширення хвиль, напрямків головних напружень.

Усі **механічні методи** базуються на законі Гука:  $F = k\Delta l$ , що лінійно пов'язує напруження та деформації. Модуль пружності  $k$  – вели-

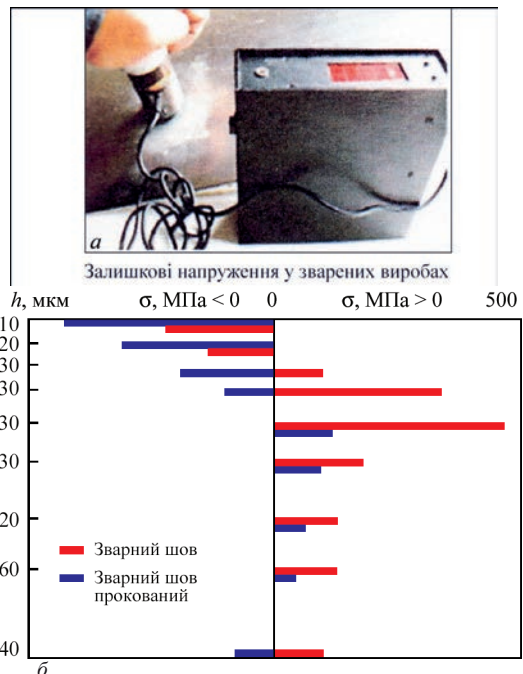


Рис. 6. Прилад серії СИТОН (а) та епюра напружень за методом АФЧХ-тестування (б)

чина таблична, для матеріалів даного класу він змінюється дуже мало, наприклад, для сталей  $190 < k < 210 \cdot 10^{12}$  Па. Механічні методи не вимагають тарировальної кривої. Але щоб виміряти деформацію поверхні й потім знайти наявні залишкові напруження, треба цю деформацію створити: розрізати конструкцію на окремі елементи; видалити певний обсяг металу, а це порушує цілісність конструкції, що часто неприпустимо.

**Метод визначення напружень за мікротвердістю** ґрунтується на встановленій залежності між значенням мікротвердості та характеристикою напруженого стану. Цей метод застосовується досить часто.

**Метод крихких покриттів** дозволяє візуалізувати траєкторії головних напружень. При цьому на поверхню зразка наносять спеціальний лак з товщиною шару 0,05...0,10 мм, який при висиханні утворює крихке покриття. У процесі прикладання навантаження в покритті виникають тріщини, перпендикулярні до дії головних розтягуючих напружень (рис. 7). Отримані тріщини є траєкторіями головних напружень. За послідовністю появи тріщин судять про характер зміни напруженого стану в процесі навантаження в найбільш напружених зонах.

**Поляризаційно-оптичний метод** заснований на використанні пружно-оптичного ефекту (ПО-ефект) для оцінки ЗН або напружень від зовнішніх навантажень. ПО-ефект полягає у появі в прозорих матеріалах подвійного заломлення під дією напружень. Досліджуваний об'єкт поміщають між поляризатором і аналізатором, навантажують робочими навантаженнями. Аналіз отриманої картини дозволяє визначити області з максимальними деформаціями, тобто області з максимальним рівнем напружень.

**Руйнівні механічні методи.** До них можна віднести розрізання виробу на окремі елементи або створення надрізів на поверхні виробу. Розташування вимірювальних баз і схеми розрізання пластини при визначенні залишкових напружень представлені на рис. 8. Для тонкостінних труб існує метод кілець і смужок (рис. 9). З тонкостінної труби вирізають вузькі

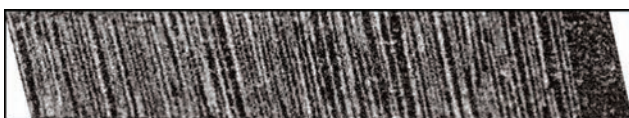


Рис. 7. Тріщини в лаковому шарі на поверхні зразка

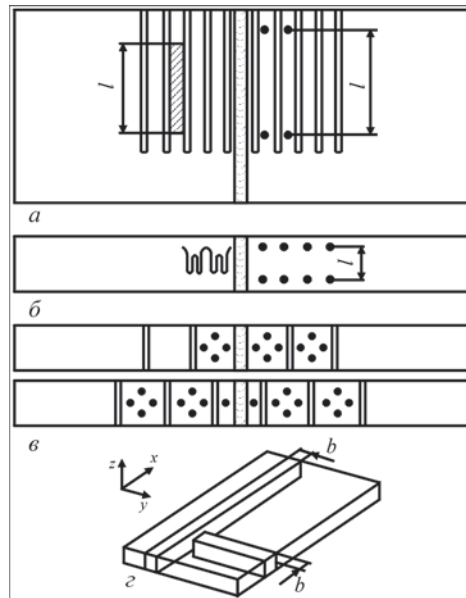


Рис. 8. Розрізання пластини: «гребінкою» (а); на поперечні смуги (б); на квадрати (в); уздовж головних напружень (г)

кілця і смужки, далі проводиться розріз кільця в радіальному напрямку і послідовне зняття шарів: у кільці вимірюється зміна його діаметра; у смужці вимірюють прогини. Визначення ЗН тонкостінних циліндрів ( $R/h > 3$ , де  $R$  – середній радіус;  $h$  – товщина стінки) за методом Давиденкова полягає в розрізанні досить довгої ділянки циліндра з подальшим розрізанням по твірній і далі зі зняттям циліндричних шарів травленням (рис. 10, а). Особливість порожнистих або суцільних циліндричних деталей при визначенні ЗН полягає в тому, що крім окружних і радіальних, в них можуть існувати й осеві ЗН. Для визначення ЗН за методом Закса з деталі вирізається циліндричний зразок і проводиться його засвердлювання (рис. 10, б). Крім зазначених вище методів, існують: вирізання зразка у вигляді стовпчика, створення прямолінійної неглибокої канавки тощо. Істотною перевагою всіх руйнівних механіч-

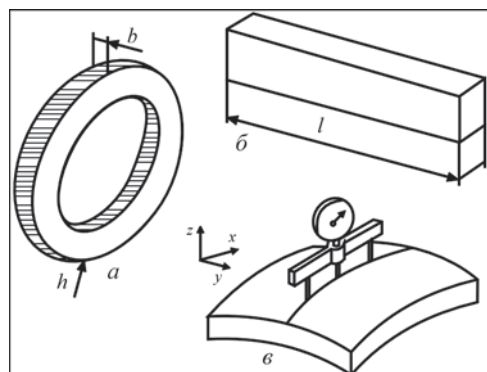


Рис. 9. Методи визначення ЗН: кілець (а); смужок (б); вимірюванням прогину (в)

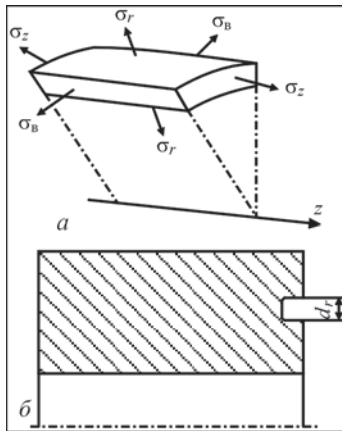


Рис. 10. Методи визначення ЗН тонколистових циліндрів: Давиденкова (а); Закса (б)

них методів є їхня достовірність. Для кожного з них розроблені математичні моделі, що пов'язують виміряні деформації і напружений стан. Питання тільки в точності вимірювання деформацій. Але недоліком цих методів є руйнування досліджуваної конструкції, або, як мінімум, виведення конструкції з ладу.

**Малоруйнівні механічні методи** передбачають локальний вплив на конструкцію, обсяг якого не призводить до виходу конструкції з ладу. Можливості цих методів практично аналогічні можливостям руйнівних методів.

**Променеві методи.** Серед променевих методів можна відокремити рентгенівський метод і метод нейтронної дифракції. Променеві методи ґрунтуються на визначенні величини деформації кристалічної решітки, що виникла в результаті дії поля ЗН. З одного боку, застосування променевих методів не призводить до руйнування або порушення цілісності, а з іншого боку, ці методи також мають основу в законі Гука, як і механічні, більш достовірні методи. Це дозволяє відмовитися від отримання тарирувальної кривої. Ці методи поєднали в собі все найкраще з фізичних і механічних методів. Однак і тут є проблеми.

**Рентгенівський метод** (рис. 11) дозволяє зробити оцінку ЗН на локальних ділянках конструкції в шарі завглибшки 20...25 мкм за вимірюваною деформацією кристалічної решітки.

Метод ґрунтується на явищі розсіювання монохроматичних рентгенівських променів під час проходження через регулярну кристалічну решітку матеріалу. При такому розсіюванні відбувається інтерференція променів, їх інтенсивність збільшується тільки в певних напрямках. Похибка вимірювання ЗН для різних сплавів

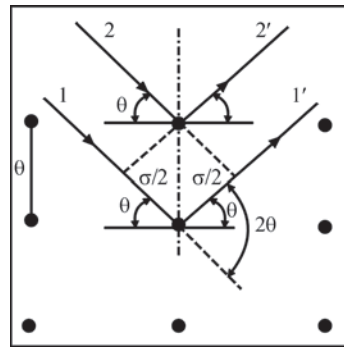


Рис. 11. Дифракція рентгенівських променів на атомних площинах металу

різна і становить 10...30 %. До недоліків рентгенівського методу можна додати той факт, що поле ЗН оцінюється в тонкому поверхневому шарі. Цей шар відрізняється за своїми характеристиками від відносно глибших шарів.

**Метод нейтронної дифракції** дозволяє виділити макронапруження та отримати інформацію про напружений стан на глибині до декількох сантиметрів у сталі, але вимагає наявності пучка нейтронів, який можна отримати тільки в атомному реакторі. Крім того, визначення величини трьох головних компонентів напруженого стану для однієї точки в тривимірному просторі може зайняти кілька днів. Слід виділити кілька особливостей визначення залишкових напружень в зоні зварного шва (ЗШ).

1. Наявність високого градієнта напружень. Класична еюра розподілу напружень у стиковому ЗШ для вуглецевих сталей передбачає досягнення границі плинності за наявності розтягуючих напружень у зоні ЗШ. У зоні лінії сплавлення еюра переходить через нуль і на прилеглих до ЗШ шарах основного металу стає від'ємною. По краях шва напруження близькі до нуля, в центрі шва вони досягають границі плинності, тобто зміна напружень від нуля до границі плинності відбувається на довжині не більше 10 мм, градієнт напружень в ЗШ може досягати 200 МПа/мм. Для фізичних методів база вимірювання/усереднення становить 20...50 мм і більше, відповідно застосування фізичних методів не дозволяє отримати правильну картину розподілу ЗН.

2. Необхідність отримання тарирувальних кривих. Структурно-фазові зміни в зоні термічного впливу (ЗТВ), області основного металу, що прилягає до ЗШ, є такими, що тарирувальні криві, отримані на основному металі, стають непридатними, недостовірними для роботи в області ЗТВ.

3. Якість поверхні зварного шва. Поверхня зварного шва має лускату, геометрично складну форму. Більшість методів оцінки напружень вимагає якісної установки датчика, що на ЗШ неможливо.

Отже, для роботи в зоні ЗШ не підходять фізичні та променеві методи. На даний час найбільш оперативним, найменш шкідливим визнано метод створення глухого отвору, який створює пошкодження, аналогічні поверхневим порам.

Глухий отвір призводить до локального виникнення деформацій і переміщень точок на поверхні в районі зондувального отвору. Вимірювання деформації може відбуватися або шляхом наклеювання розетки тензорезисторів навколо центру майбутнього отвору, або за допомогою методу лазерної інтерферометрії. Наклеювання тензорезисторів – це контактний метод. На шов наклеїти тензорезистор неможливо. Тому таким методом можна вивчати напружений стан тільки в основному металі, в тому числі і в областях, прилеглих до зварного шва. Лазерна інтерферометрія – безконтактний

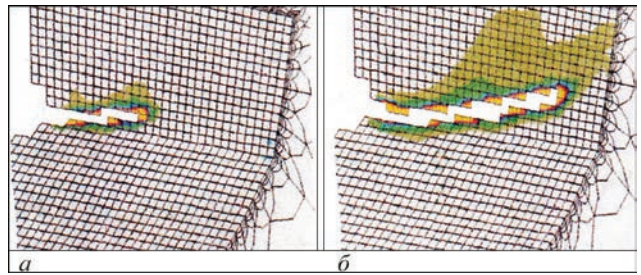


Рис. 12. Результати моделювання впливу ЗН на швидкість зростання тріщини при 1000 циклах навантаження: зростання тріщини при нульових ЗН (а); зростання тріщини при наявності розтягуючих ЗН (б)

метод. Для нього неважлива початкова форма поверхні. Тому даний метод можна рекомендувати для дослідження полів напружень у зоні зварного шва.

Оцінювати напружений стан важливіше, ніж знаходити всі дефекти металоконструкції. При розтягуючих залишкових напруженнях відбувається швидке зростання тріщин (рис. 12) (Махненко В.І. (2006) Ресурс безпечної експлуатації зварних з'єднань. Київ, Наукова думка).


JUNE 15<sup>TH</sup>/19<sup>TH</sup>  
VERONA (ITALY)

14<sup>th</sup>

ECNDT 2026

EUROPEAN CONFERENCE ON NON-DESTRUCTIVE TESTING

## Рік 2007

(на основі архівних матеріалів Інформаційного бюлетеня УТ НКТД «НК-Інформ»)

### Зимова науково-технічна конференція «ЛЕОТЕСТ-2007» у Славську

З 19 по 24 лютого 2007 р. у селищі Славське Львівської області відбулася традиційна зимова Науково-технічна конференція «ЛЕОТЕСТ-2007». Електромагнітні та акустичні методи неруйнівного контролю матеріалів та виробів», організована Західним регіональним відділенням УТ НКТД, Фізико-механічним інститутом ім. Г.В. Карпенко НАН України (Львів) та Центром «Леотест-Медіум» (Львів).

Учасники конференції розмістилися на базі «Бойківщина», розташованій на в'їзді до Славського біля підніжжя гори Кремінь в оточенні мальовничих хвойних дерев.

У конференції взяли участь понад 50 спеціалістів, які представляли понад 30 організацій, серед яких: ФМІ ім. Г.В. Карпенка НАН України (Львів), ІЕЗ ім.Є.О. Патона НАН України (Київ), Івано-Франківський НТУ нафти і газу, Дніпродзержинський державний університет, Об'єднання «Комунар» (Харків),

СКБ «Полісвіт» (Харків), «Прикарпаттрансгаз» (Івано-Франківськ), «Євро-Стандарт» (Запоріжжя), «Техдіагаз» (Київ), УкрНДІТМ (Дніпропетровськ), ДДАП «РАКС» (Дніпродзержинськ), НВФ «Ультракон-Сервіс» (Київ), «Підводтрупровід» (Київ), ТОВ «МІТ» (Дніпродзержинськ), НВФ «Зонд» (Івано-Франківськ), «РОЗЕН» (Київ), «Мотор-Січ» (Запоріжжя), ТОВ «Інтрон-СЕТ» (Донецьк), «Шерл» (Київ), Навойський гірничо-металургійний комбінат (Узбекистан), НАРС, ІАЕА (Австрія), «ЕКОРОЛ-JRL» (Польща).

На 4-х пленарних засіданнях конференції було представлено близько 40 доповідей. Найбільше доповідей підготовлено вченими Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка (Львів).

Як завжди на таких конференціях, певну частину часу було присвячено неформальному спілкуванню учасників на снігових карпатських схилах.



## 15-а Міжнародна конференція з НК в Ялті

З 1 по 5 жовтня 2007 р. у м. Ялта відбулася 15-та Ювілейна міжнародна конференція та виставка «Сучасні методи та засоби неруйнівного контролю та технічної діагностики», організована Українським інформаційним центром «Наука. Техніка. Технологія» (Київ) та НВП «Машинобудування» за підтримки Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики України і Дніпропетровського національного університету. Генеральний спонсор конференції – МЧТПП «Оніко» (Київ), спонсор – компанія «Сперанца» (Жовті Води).

У роботі конференції взяли участь понад 240 фахівців: з України, Німеччини, Чехії, Латвії, Казахстану, Словаччини та ін. Слід зазначити, що 110 учасників конференції представляли промислові підприємства, 48 – НДІ, КБ та ВНЗ, 61 – незалежні науково-виробничі фірми, 22 – експертні та діагностичні центри.

Відкрив конференцію академік НАН України, заступник директора ІЕЗ ім. Є.О. Патона

НАН України Л.М. Лобанов. Учасників конференції вітали від Європейської федерації з НК та Німецького товариства НК пані Х. Вессель, від Чеського товариства НК – докт. В. Макаров, від Латвійського товариства НК – проф. В.В. Кожарінов. Про роботу Українського товариства НКТД у 2007 р. та про плани на 2008 р. розповів заступник голови О.В. Мозговой.

На конференції було заслухано 11 пленарних, 55 секційних та 45 стендових доповідей про останні результати досліджень і розробок з широкого спектру проблем НК: діагностування та прогнозування залишкового ресурсу конструкцій, визначення фізико-механічних характеристик матеріалів, підготовки та сертифікації фахівців НК, розробки нових і вдосконалення існуючих нормативних документів з НК та інших актуальних питань.

Великий інтерес в учасників конференції викликали презентації фірм, що брали участь у виставці, серед яких: МЧТПП «Оніко» (Київ),





компанія «Сперанца» (Жовті Води), НВП «Машинобудування» (Дніпропетровськ), Асоціація «ОКО» (Київ), НВФ «Ультракон» (Київ), НВФ «Діагностичні прилади» (Київ), ТОВ «Карл Цейсс» (Київ), НВП «Інтрон-Сет» (Донецьк), ТОВ «Шерл» (Київ) та ін.

На одностайну думку, конференція пройшла успішно. Оргкомітет зробив усе можливе, щоб її учасники змогли інтенсивно, з користю для себе попрацювати, обмінятися думками, інформацією, дізнатися нове.

### Про поїздку делегації УТ НКТД на 4-ту Міжнародну конференцію з НК у Греції та участь представників УТ НКТД у Нараді учасників Європейського проєкту «Long-Range Ultrasonic Testing Condition Monitoring» (LRUCM)

Дивовижна та гостинна країна, оспівана у міфах та легендах, батьківщина великої античної цивілізації; країна богів і героїв, один із центрів християнства, земля, на якій зосереджено таку велику кількість пам'яток, що для знайомства з усіма з них тут треба оселитися. У цій країні не тільки великі та відомі, але навіть невеликі міста та численні острови мають свої пам'ятки античної та середньовічної культури, свою багату подіями історію, свою легенду, свій міф. Той, хто хоч раз побував тут, напевно, запам'ятав неповторну блакитність неба, м'який клімат, тепле море, безліч різномовних туристичних груп, які штурмують всесвітні архітектурні шедеври.

Йдеться про Грецію, де з 11 по 14 жовтня 2007 р. відбулася 4-та Міжнародна конференція з неруйнівного контролю. Для участі у заходах, що відбулися в рамках конференції, УТ НКТД організувало чергову міжнародну поїздку українських фахівців з НК.

Склад делегації налічував трохи більше 20 фахівців, які представляли Дніпропетровський національний університет, НВФ «Дніпрочерметавтоматика» (Дніпропетровськ), ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України, «Київоблгаз» (Біла Церква), НВФ «Колоран» (Київ), ДНВП «Комунар» (Харків), НВФ «Машинобудування»

(Дніпропетровськ), НТ СКБ «Полісвіт» (Харків), НВФ «Промсервісдіагностика» (Київ), ПНВП «Пульсар» (Донецьк), УкрНДІпроєкт (Київ), ДП «Харківстандартметрологія».

За словами організаторів конференції, їх метою було зібрати разом науковців та інженерів із різних країн і дати їм можливість обмінятися досвідом, отриманим під час проведення власних досліджень і технологічних розробок у галузі неруйнівного контролю.

У конференції, окрім грецьких фахівців та компаній, взяли участь представники з Німеччини, Англії, Австрії, Італії, Іспанії, США, Болгарії, України та інших країн. Загалом у роботі конференції як доповідачі та слухачі брали участь близько 300 фахівців. На конференції було зроблено 117 усних та стендових доповідей, більше половини з яких було представлено зарубіжними авторами. 20 компаній представили свої розробки та продукцію світових брендів у виставці засобів неруйнівного контролю.

Докладний звіт про поїздку делегації Товариства на конференцію в Грецію доступний в архівних матеріалах сайту УТ НКТД за посиланням: [https://usndt.com.ua/documents/News\\_Greece-2007.pdf](https://usndt.com.ua/documents/News_Greece-2007.pdf).

15–16 жовтня 2007 р. в Афінах (Греція)



відбулася робоча нарада учасників Європейського проекту «Long-Range Ultrasonic Testing Condition Monitoring» (LRUCM), присвячена підсумкам робіт протягом 24-х місяців. Проект присвячений розробці технологій та апаратури далекодуючого ультразвукового контролю протяжних об'єктів з обмеженим доступом до їх поверхні та впровадження їх у практику неруйнівного контролю.

У нараді брали участь Peter Mudge – координатор проекту, Chiraz Ennaceur, (TWI, Англія), Giuseppe Nardoni (I&T Nardoni Institute, Італія), Sergio Ghia (AIPnD – Італійське товариство з НК), Hannelore Wessel (DGZfP – Німецьке товариство з НК), Rodolfo Rodriguez

(AEND – Іспанське товариство з НК), Matt Gallaher (EFNDT – Європейська федерація з НК), Patrick Karlsson (Компанія «Zenon», Греція), Liudas Mazeika, Rymantas Kazys (Каунаський технічний університет, а також представники компаній ISQ (Португалія), Nexus (Болгарія), Coaxial Power Systems Ltd (Велика Британія), RARI (Португалія), ATG (Чехія), KCC (Велика Британія), Isotest (Італія).

У нараді з презентацією робіт, що виконуються УТ НКТД та ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України в галузі створення антен для порушення спрямованих хвиль та популяризації даної технології серед фахівців з України, виступив проф. В.О.Троїцький.



## Науково-практичні семінари УТ НКТД у Міжнародному виставковому центрі

З 26 по 28 вересня 2007 р. на території Міжнародного виставкового центру проходив 5-й Міжнародний форум «Паливно-енергетичний комплекс України: сьогоднішня та майбутнє». У рамках Форуму відбувся Науково-практичний семінар «Сучасні методи та технології неруйнівного контролю та технічної діагностики у паливно-енергетичному комплексі». Організатором семінару виступило УТ НКТД за участю Департаменту стратегічної політики та перспективного розвитку ПЕК Мінпаливенерго України, НАК «Нафтогаз України», НАК «Енергетична компанія України». На семінарі, в якому взяли участь понад 40 спеціалістів, було заслухано 14 доповідей, які були об'єднані за такими темами:

- Метод та технічні засоби далекодіючого ультразвукового контролю протяжних трубопроводів.
- Технології та обладнання для моніторингу технічного стану трубопроводів, визначення координат витоків продуктів із трубопроводів.

- Комп'ютерні системи обробки радіографічних плівок, цифрові технології та обладнання для радіаційного контролю.

З 27 по 30 листопада 2007 р. у Міжнародному виставковому центрі проходив 6-й Міжнародний промисловий форум. У рамках форуму відбувся Науково-практичний семінар «Технології неруйнівного контролю промислових об'єктів на основі фазованих решіток УЗК, радіографії та вібродіагностики». Семінар організували УТ НКТД спільно з ДП «Укрметр-тестстандарт». На семінарі було заслухано 11 доповідей. У його роботі взяли участь понад 30 представників підприємств із Харкова, Сум, Дніпропетровська, Сєвєродонецька та Києва.

Особливу цікавість викликала доповідь І.І. Михайлова «Застосування ультразвукових фазованих решіток у стаціонарних, мобільних та переносних системах контролю». Доповідач зупинився на особливостях використання фазованих ґрат в ультразвукових дефектоскопах на прикладі дефектоскопа «OmniScan»



виробництва компанії Olympus NDT під торговою маркою R/D Tech. На стенді УТ НКТД на виставці було продемонстровано роботу зазначеного дефектоскопа у дії, що дозволило учасникам семінару докладніше ознайомитися з умовами його експлуатації.

Є.О. Давидов у своїй доповіді розповів про особливості вимірювання розмірів внутрішніх тріщиноподібних несучільностей за допомогою хвиль дифракції.

Про стан робіт за проектом Європейського Союзу для моніторингу технічного стану протяжних об'єктів з використанням методу та засобів далекодуючого ультразвуку спрямованими хвилями (проект LRUCM) виступив О.Г. Бондаренко.

Значний інтерес викликала серія доповідей щодо використання вібродіагностичного

методу контролю технічного стану машин та механізмів. З доповідями з цієї тематики виступили О.О. Стеценко «Визначення технологічного стану активних частин ДПА-25 з вібродіагностичних характеристик», Н.Н. Овчинников «Досвід оцінки технічного стану машин та механізмів виробничого обладнання», М.А. Дьомін «Технічні засоби та технології вібродіагностики для оцінки технічного стану машин та механізмів виробничого обладнання». Останній розповів також про особливості застосування балансувальних технологій у виготовленні, ремонті та обслуговуванні виробничого обладнання.

Про роботи ДП «Укрметртестстандарт» з метрологічного забезпечення засобів вібрації, неруйнівного контролю та технічної діагностики доповіли А.П. Іващенко та Д.І. Суботін.



Правління Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики з глибоким сумом повідомляє, що 15 грудня 2024 року у віці 99 років пішов із життя Валентин Павлович Малайчук – доктор технічних наук, професор, відомий фахівець у галузі інформаційно-вимірювальних технологій, багаторічний завідувач кафедри радіоелектронної автоматики Дніпровського національного університету імені Олеся Гончара.

В.П. Малайчук розпочинав роботу в Дніпровському національному університеті у 1976 р. на кафедрі радіоелектронної автоматики, у 2012 р. став її завідувачем. Протягом свого довгого та плідного професійного життя Валентин Павлович здійснював підготовку інформації для візуально-аналітичного аналізу та підтримки прийняття управлінських рішень і займався обробкою вимірювань і сигналів неруйнівного контролю.

Він був засновником і керівником потужної наукової школи ДНУ з комп'ютерно-інтегрованих інформаційних технологій оброблення експериментальних вимірів у задачах проектування, дослідження, контролю, діагностики, моніторингу, прогнозування стану та якості технічних, адміністративних, соціальних, біологічних об'єктів і систем в умовах апріорної невизначеності їхніх статистичних закономірностей, впливу перешкод та обмеження на обсяг вимірів.

Валентин Павлович Малайчук – керівник наукових проєктів та автор чисельних наукових праць і посібників, серед яких: «Основи теорії виявлення змін параметрів дискретних випадкових сигналів», «Теоретичні основи радіолокації», «Математичні основи психометричних досліджень», «Математична дефектоскопія», «Математичне забезпечення системи менеджменту якості ракетно-космічної продукції» тощо.

До останнього дня Валентин Павлович працював на кафедрі, продовжуючи наукову роботу та навчання магістрів та аспірантів, для яких був чуйним наставником

## 20 червня 2024 року відбулася Генеральна Асамблея Європейської федерації з неруйнівного контролю (EFNDT)

Засідання проходило в дистанційному (на платформі ZOOM) форматі. В Асамблеї взяли участь 24 представники національних товариств НК із 18 європейських країн. Українське товариство неруйнівного контролю представив заступник голови Михайло Казакевич.

Президент EFNDT Fermín Gómez розповів про свою участь в засіданні ICNDT під час Пан-Американської конференції з НК. Бухгалтер EFNDT René Klieber (Швейцарія) надав фінансовий звіт за 2024 р. і представив бюджет на 2025 р. Від імені Оргкомітету Laura Giordano (Італія) презентувала актуальну інформацію щодо підготовки 14-ї Європей-

ської конференції з НК в Вероні.

Далі відбулися презентації потенційних господарів і організаторів у 2030 р. 15-ї Європейської конференції з НК: національних товариств з неруйнівного контролю Греції, Іспанії та Великої Британії. Відповідно містами-кандидатами на проведення конференції були: Афіни, Севілья і Глазго. У результаті двотурового голосування містом-господарем ECNDT-2030 було обране старовинне іспанське місто Севілья.

Наступна Генеральна Асамблея відбудеться у Вероні 23 вересня цього року.

## Організаційний комітет 14-ї Європейської конференції з неруйнівного контролю (ECNDT 2026) відкрив етап прийому тез доповідей для усних та постерних презентацій



Заявки необхідно подавати виключно через онлайн-систему, доступну на офіційному веб-сайті заходу <https://www.ecndt2026.org/programme/call-for-abstracts-special-sessions/>.

Автори мають обрати до трьох тем для кожної презентації, а також бажаний варіант для її представлення (усний або постерний). Остаточне рішення залишається за Науковим комітетом.

Текст тез можна редагувати до кінцевого терміну подання, а саме до **15 листопада 2025 р.** включно.

Про рішення стосовно прийняття тез авторів буде повідомлено до **31 січня 2026 р.**

Автори прийнятих тез повинні зареєструва-

тися на конференцію до **15 березня 2026 р.**

Прийняті тези в скороченому варіанті будуть включені до збірки тез, яку буде розповсюджено серед учасників конференції.

Остаточні версії прийнятих розширених тез або повних статей, поданих на конференцію, будуть у вільному доступі в Архіві відкритого доступу **NDT.net** у спеціальному випуску електронного журналу неруйнівного контролю (ISSN 1435-4934).

Автори також можуть подати повні статті до міжнародних журналів і видавництв-партнерів ECNDT 2026:

- NDT & E International (Elsevier)
- STRUCTURAL HEALTH MONITORING (SAGE Publications)

**Тематика конференції:**

**ТРАДИЦІЙНІ МЕТОДИ**

- ✓ вихрострумний
- ✓ мікрохвильовий, ТГц
- ✓ guided waves (контроль спрямованими хвилями)
- ✓ радіографічний
- ✓ ультразвуковий
- ✓ широкорадіація
- ✓ томографія
- ✓ інфрачервона термографія
- ✓ інші

**ЗАСТОСУНКИ**

- ✓ промислові технології та процеси
- ✓ енергія та навколишнє середовище
- ✓ транспорт
- ✓ цивільна та культурна спадщина
- ✓ агропродовольча галузь
- ✓ втрати води
- ✓ дрони
- ✓ біомедичні технології
- ✓ катодний захист
- ✓ інші

**НОВІ МЕТОДИ**

- ✓ NDE 4.0
- ✓ штучний інтелект та машинне навчання
- ✓ управління на основі даних
- ✓ автоматизація та робототехніка
- ✓ характеристика матеріалів
- ✓ чисельне моделювання та симуляція
- ✓ моделі з відкритим кодом
- ✓ статистика та надійність
- ✓ ймовірність виявлення
- ✓ моніторинг структурного здоров'я
- ✓ прогнозування
- ✓ інші

**ЛЮДСЬКИЙ ФАКТОР**

- ✓ кваліфікація, сертифікація, стандарти та навчання
- ✓ професійна етика та деонтологія
- ✓ етичне використання штучного інтелекту
- ✓ інше

**Лист Американського товариства з НК (ASNT) членам Міжнародного комітету з НК (ICNDT) щодо участі в 17-й Азіатсько-Тихоокеанській конференції з неруйнівного контролю з 11 до 15 травня 2026 року в Гонолулу (Гаваї)**

Dear ICNDT Member Organization,

ASNT is excited to announce that registration is now open for the **17th Asia Pacific Conference on Nondestructive Testing (APCNDT)**, taking place 11–15 May 2026 in Honolulu, Hawaii. If you plan to travel internationally, we encourage you to begin the visa application process as early as possible.

Under the theme **Breaking Barriers: NDT Solutions for a Changing World**, APCNDT 2026 will bring together nondestructive testing (NDT) professionals, researchers, and innovators from across the globe to share breakthroughs, explore practical applications, and shape the future of NDT.

Whether you're presenting research, exploring new technologies, or expanding your professional network, APCNDT 2026 offers something for every NDT professional.

- Four days of technical sessions, panels, and industry talks
- A dynamic exhibition with top-tier NDT technologies and solutions
- Inspiring keynote speakers and thought leadership opportunities
- Unforgettable networking, including a beachside luau and oceanfront events

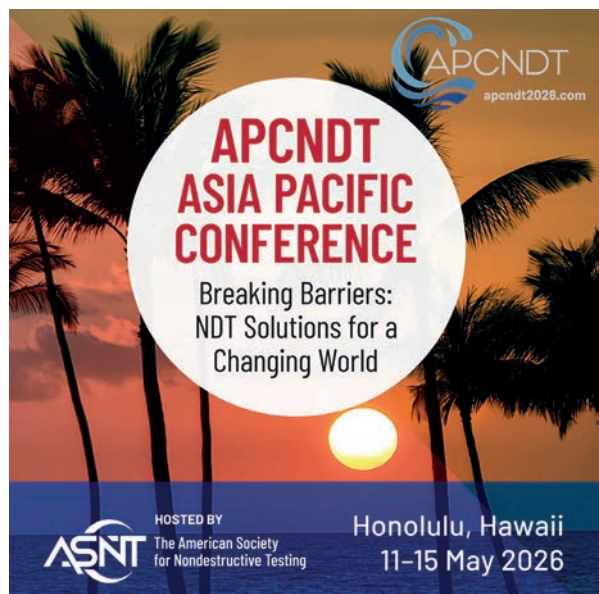
APCNDT 2026 will be held at the **Hilton Ha-**

**waian Village Waikiki Beach Resort**, in Honolulu, Hawaii. Located on the widest stretch of beach, the 22-acre paradise features the best pools and waterlides in Waikiki, as well as the only saltwater lagoon!

We hope you will join us in Hawaii for this event. Please share this invitation with your members.

Regards,

Debbie Segor, CAE, PCM, CDMP  
Marketing and Communications Director  
American Society for Nondestructive Testing



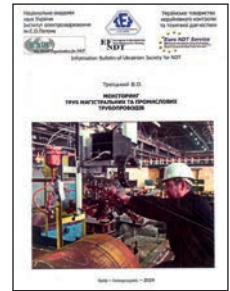
✓ Персонал Органу із сертифікації УТ НКТД продовжує роботи щодо приведення системи сертифікації Товариства у відповідність з вимогами Європейського стандарту EN ISO 9712 редакції 2022 року з метою повторної акредитації в Національному агентстві акредитації України (НААУ). Укладено відповідні договори з НААУ.

✓ Для науково-практичного семінару «Зварювання та неруйнівний контроль в нафтогазовій галузі», що відбудеться в Міжнародному виставковому центрі в рамках 9-ї Міжнародної спеціалізованої виставки «НАФТОГАЗЕКС-ПО-2025» УТ НКТД підготовлено та видано брошуру «Моніторинг труб магістральних та промислових трубопроводів», яка буде видаватися безкоштовно діючим членам УТ НКТД, які прийматимуть у часті у семінарі.

✓ Закінчується підготовка короткого учбового посібника англійською мовою «Main Directions of Defectoscopy and Monitoring. Album of Educational Posters on NDT» для подальшого поширення серед зарубіжних колег українських спеціалістів з метою встановлення ділових відносин УТ НКТД із організаціями західноєвропейських країн-потенційних партнерів в майбутніх проектах з післявоєнного відновлення промислових і цивільних об'єктів в Україні. Членів Товариства, що зацікавлені в отриманні посібника запрошуємо звертатися до Секретаріату УТ НКТД (т. 044 205-22-15).

✓ Вітаємо проф. В.О. Троїцького з отриманням 3-х патентів України в галузі військових розробок:

- Міношукач самохідний широкозахватний напівавтоматичний (№ 156672).
- Багатофункціональний наземний дрон високої прохідності (№ 160063).
- Вантажопідіймальний пристрій для транспортування військових та промислових об'єктів (№ 160010).



## КАЛЕНДАР КОНФЕРЕНЦІЙ ТА ВИСТАВОК

06–09 жовтня 2025	Орlando, США	ASNT 2025 – The Annual Conference (Щорічна конференція Американського товариства з НК)	American Society for NDT
11–13 листопада 2025	Литомишль, Чехія	55 <sup>th</sup> NDE for Safety 2025 / Defectoscopy 2025 55-а Міжнародна конференція та виставка з НК	Czech Society for NDT
18–21 листопада 2025	Сяминь, Китай	World Conference on Electromagnetic Nondestructive Testing – WCEMNT 2025 (Всесвітня конференція з електромагнітних методів НК)	Chinese Society for NDT
26–27 листопада 2025	Магдебург, Німеччина	Drohnen in der Zerstörungsfreien Prüfung (Дрони в неруйнівному контролі)	German Society for NDT
11–13 грудня 2025	Мумбаї, Індія	35 <sup>th</sup> Annual Conference & Exhibition on Non-Destructive Evaluation (NDE 2025) (35-а щорічна конференція та виставка з неруйнівної оцінки)	Indian Society for NDT
10–13 лютого 2026	Лінц, Австрія	15 <sup>th</sup> Conference on Industrial Computed Tomography (iCT) 2026 (15-а Конференція з промислової комп'ютерної томографії)	University of Applied Sciences Upper Austria
26–27 лютого 2026	Мюнстер, Німеччина	Fachtagung Bauwerksdiagnose (Конференція з діагностики будівель)	German Society for NDT
17–19 лютого 2026	Ерфурт, Німеччина	Technical conference on NDT in the railway industry (Технічна конференція з НК на залізниці)	German Society for NDT
11–14 травня 2026	Гаваї, США	17 <sup>th</sup> Asia Pacific Conference for Non-Destructive Testing (APCNDT 2026) (17-а Азійсько-Тихоокеанська конференція з НК)	American Society for NDT
19–21 травня 2026	Ліон, Франція	COFREND Days 2026 (Щорічна конференція Французького товариства з НК)	France Society of NDT
15–19 червня 2026	Верона, Італія	The 14 <sup>th</sup> European Conference on Non-Destructive Testing (14 <sup>th</sup> ECNDT) (14-а Європейська конференція з НК)	Italian Society for NDT
07–10 липня 2026	Тулуза, Франція	12 <sup>th</sup> European Workshop on Structural Health Monitoring (12-й Європейський семінар з моніторингу технічного стану конструкцій)	France Society of NDT
12–15 жовтня 2026	Коламбус, США	ASNT 2026 – The Annual Conference (Щорічна конференція Американського товариства з НК)	American Society for NDT
15–19 травня 2028	Буенос-Айрес, Аргентина	21 <sup>st</sup> World Conference on Non-Destructive Testing 2028 (21-а Всесвітня конференція з НК)	Argentine Society for NDT



Центр сертифікації при Українському товаристві  
неруйнівного контролю та технічної діагностики  
Атестаційний центр неруйнівного контролю  
при Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона

## ЗАПРОШУЮТЬ СПЕЦІАЛІСТІВ

що працюють в сфері неруйнівного контролю  
пройти підготовку, атестацію та сертифікацію  
з різних методів неруйнівного контролю:

рентгенографічного (RT)	магнітного (MT)
ультразвукового (UT)	капілярного (PT)
акустико-емісійного (AT)	контролю герметичності (LT)
теплого (TT)	візуального (VT)
вібродіагностичного (VA)	вихрострумового (ET)

Ми здійснюємо підготовку, атестацію та сертифікацію спеціалістів, що працюють в галузі неруйнівного контролю, на 1, 2 і 3 рівні кваліфікації у відповідності до вимог національних та міжнародних стандартів:

- ДСТУ EN ISO 9712 «Неруйнівний контроль. Кваліфікація та сертифікація персоналу НК»,
- SNT-TC-1A "Personnel Qualification and Certification in Nondestructive Testing",
- НПАОП 0.00-1.63-13 "Правила сертифікації фахівців з неруйнівного контролю"

### в 12 виробничих секторах:

*сектори за типом продукції:* литво, поковки, зварні вироби, труби та трубопроводи, прокат.

*промислові сектори:* виробництво та оброблення металів, контроль перед введенням та в процесі експлуатації, залізничний транспорт та обладнання для нього, авіакосмічна продукція, продукція суднобудування, обладнання для атомної енергетики, бурове обладнання.

**Ви отримаєте сертифікат компетентності фахівця від Центру сертифікації  
Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики**

### Три кроки до сертифікату:

1. На сайті [www.usndt.com.ua](http://www.usndt.com.ua) в розділі «Сертифікація→Форми» знайдіть, заповніть і надішліть на e-mail: [usndt@ukr.net](mailto:usndt@ukr.net) і [acnk@ukr.net](mailto:acnk@ukr.net) форми «Заявка на сертифікацію» та «Особова карта фахівця»;
2. Ми підготуємо проект договору про надання послуг з підготовки (за необхідності), атестації і сертифікації;
3. Після підписання договору з боку Замовника ми погодимо з Вами терміни підготовки, екзаменів, а також інші питання стосовно сертифікації.

м. Київ, вул. Казимира Малевича, 23 (корпус 6 ІЕЗ ім. Є.О. Патона)  
м. Київ-38, 03038, а.с. 20 (для листування)  
тел. (044) 205-22-49, 200-81-40; e-mail: [usndt@ukr.net](mailto:usndt@ukr.net), [acnk@ukr.net](mailto:acnk@ukr.net)