

ХІІ ЄВРОПЕЙСЬКА КОНФЕРЕНЦІЯ З НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

З 3 по 7 липня 2023 року у Лісабоні відбулась ХІІ Європейська Конференція з Неруйнівного Контролю (ECNDT 2023). Ця традиційна подія зібрала експертів, дослідників, представників промисловості та академічного середовища з усього світу, щоб обмінятися знаннями, поділитися інсайтами та обговорити останні досягнення у сфері неруйнівного контролю (НК). Конференцію відвідали понад 1200 фахівців з різних країн і більше 580 доповідей. Учасники конференції подали 358 матеріалів, з яких 332 відібрано для усного представлення та 26 в якості стендових доповідей і презентацій на 8-ми паралельних секціях. У рамках конференції традиційно проходила виставка сучасних приладів і систем НК, у якій взяла участь 135 підприємств.

Після урочистого відкриття конференції настав черг пленарних презентацій. Мабуть найцікавішою була доповідь Мохамеда Елькармоті (Mohamed Mohy Elkarmoty) з Каїрського університету, в якій подано результати дослідження внутрішньої структури Великої піраміди різними методами НК. Використовувались, зокрема, муографія (застосування ядерно-емульсійної плівки), георадар, ультразвукова томографія та електрична резистивна томографія. Дослідження виконувалось групою фахівців із багатьох країн, серед яких було приємно знайти українську дослідницю Ольгу Попович. У результаті комплексних досліджень виявлено дві невідомі рані-

ше аномалії: великий порожнистий простір над Великою галереєю та аномалію на північному фасаді піраміди. Дослідження демонструє можливість та обмеження кожного з використаних методів НК та їх важливість для аналізу структури піраміди.

Доповідь Тельмо Сантоса (Telmo G. Santos) зі Школи науки і технологій Лісабонського університету NOVA стосувалась останніх досягнень в НК, серед яких варто відмітити біологічний НК (bio-inspired NDT) з використанням бактеріальних клітин. Доповідь Тельмо Сантоса пояснювала цінність адаптації різних фізичних явищ для створення інновацій у сфері НК, поєднання концепцій числового моделювання та експериментів.

Тенденції і перспективні напрямки розвитку НК були розглянуті Йоханнесом Враном (Johannes Vrana). Автор звернув увагу на практичний досвід застосування інноваційних технологій і методик НК, зокрема в сфері цифрової трансформації і штучного інтелекту, та підкреслив важливість впровадження таких рішень з метою покращення ефективності та якості діагностики матеріалів і конструкцій. Пізніше Йоханнес Врана провів презентацію довідника «Неруйнівні методи оцінювання 4.0» (Non Destructive Evaluation 4.0), що нещодавно вийшов з друку. Під час нашого знайомства отримано пропозицію підготувати розділ до наступного видання цього довідника. Зазначимо, що на цій конференції технології майбутнього,



Церемонія відкриття



Виставкова зала



Співголови секції «Характеризування матеріалів» Valentyn Uchanin та Christophe Reboud

які можна віднести до НК 4.0, вперше розглядались на окремій секції.

Пленарні презентації задали тон конференції і спонукали учасників до активних дискусій. Конференція створила платформу для представників промисловості, щоб поділитися своїми останніми напрацюваннями та досвідом у галузі НК. Основні орієнтири провідних компаній зосереджені на автоматизації і портативності пристроїв НК, компактності та універсальності рішень для спрощення виїзних робіт з діагностики та оптимізації часу на виконання контролю. Також варто відзначити, що основний акцент наукових досліджень у доповідях був зосереджений на автоматизації процесів неруйнівного контролю, роботизацію діагностики та застосування елементів штучного інтелекту для аналізу результатів і прийняття рішень.

У рамках конференції відбулися засідання Міжнародної Академії НК (Academia International Research Day), Європейський Форум національних авіаційних рад з НК, комітетів зі стандартизації у галузі НК, а також засідання Світового і Європейських комітетів НК.

Засідання Міжнародної Академії НК відкрив її президент Петер Трампс (Peter Trampus), який також зробив окрему доповідь щодо перспектив Академії. Але найцікавішою, на нашу думку, була пленарна доповідь «NDE and Deep Learning: Fashion Trend or the Future» Романа Маєва (Roman Maev) з Віндзорського університету (University of Windsor) (Канада). У якості яскравого прикладу застосування штучного інтелекту на практиці автор представив технологію ультразвукового моніторингу процесу точкового зварювання. Тут цікавою була сама ключова ідея розробленої технології, коли ультразвуковий давач вмонтовується безпосередньо в зварювальну головку. Не менш



Члени Міжнародної Академії НК (зліва направо - Yoshikazu Ohara, Telmo Santos, Peter Trampus, Valentyn Uchanin, Shant Kenderian, Reza Zoughi, Serge Dos Santos, Michele Carboni, Uwe Zscherpel, Elena Jasiuniene, Dr. Sajeesh Kumar Babu)

ефективним є використання штучного інтелекту, зокрема нейронних мереж, для аналізу великого масиву даних, які надходять неперервно під час реалізації процесів точкового зварювання. Ці розробки захищено, зокрема, американськими патентами № 7516022 та № 9296062, які є у вільному доступі.

Міжнародна Академія НК вислухала низку доповідей, присвячених покращенню освіти в галузі НК. На секції «International Forum on NDT Education at Universities» свій досвід представили представники Міжнародного університету Дрездена (Dresden International University, Німеччина), Університету Саарланду (Saarland University, Німеччина), Університету Ле Мана (Le Mans University, Франція), Національного інституту на-



Учасники конференції з України: М.Л. Козакевич, В.П. Міщенко, Т.М. Луценко, В.М. Учанін, Ю.Ю. Лисенко

укових досліджень в регіоні Вал де Луара (INSA Centre Val de Loire, Франція), Університету Цзінхуа (Tsinghua University, Китай), Дослідницького центру неруйнівного контролю Великої Британії (United Kingdom Research Centre for NDE, Велика Британія), Університету Штату Айова (IOWA State University, США), Національного інституту наукових досліджень (INSA, Франція), Індійського інституту технологій (ІІТ, Індія). Було обговорено досвід створення та розвитку міжнародних магістерських освітніх програм з НК, розглянуто стратегії розвитку програм навчання в різних країнах, діяльності організацій і розвитку навчання з НК на університетському рівні. Загалом було визнано, що існуючі освітні програми є недостатніми для покриття потреби в якісних і компетентних кадрах для сучасної промисловості та технічного сектору. Враховуючи постійний науково-технічний прогрес і розвиток суспільства, важливість НК зростає, оскільки це – необхідна складова частини забезпечення безпеки та надійності матеріалів, конструкцій, техніки та пристроїв.

На виставці обладнання були представлені сучасні засоби, пристрої та методики контролю. Провідні компанії у галузі НК (Rohmann, Olympus, Evident, ETHERNDE, Trac, Eddyfi Technologies, Karl Deutsch) представили найновіші розробки, надаючи учасникам можливість ознайомитися з інноваційними рішеннями та взяти участь в інтерактивних демонстраціях. Україну на виставці представляла група фахівців ПАТ Асоціація «ОКО» (Oko NDT Group) на чолі з Луценко Т.М. Виставка створювала також умови для обговорення можливої співпраці. Зокрема, така можливість обговорювалась нами з представниками фірми EXTENDE, яка має суттєві досягнення з моделювання задач НК. Йшлося, зокрема, про моделювання за допомогою програми CIVA вихрострумівих перетворювачів подвійного диференціювання та імпульсного варіанту вихрострумівого методу.

Науковців України на конференції представляли автори цього матеріалу Учанін В.М. (Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України) та Лисенко Ю.Ю. (Київський політехнічного інститут імені Ігоря Сікорського), які завдяки підтримці колег з Італії і Болгарії знайшли ресурси для участі в конференції незважаючи на військовий стан і фінансові реалії. Українське Товариство НК та технічної діагностики офіційно представляв Казакевич М.Л. Протягом усієї конференції науковці від України демонстрували високу активність, намагаючись компенсувати нечисленність нашої делегації.

Учанін В.М. виступив з доповіддю «Eddy Current False Indications in Austenitic Steel and Titanium Alloys Heat Exchanger Tubes Activated by Stress» (співавтори Дж. Хардоні, Д. Хардоні та М. Ферольді). Доповідь було заслухано на секції «Materials Characterization», де Учанін В.М. виконував за сумісництвом функцію головуючого та модератора. У роботі міжнародного колективу проведено аналіз хибних індикації під час вихрострумівого контролю труб теплообмінників із аустенітної сталі та титанових сплавів, які пов'язані з магнітними включеннями різного типу. Показано, що додатковим джерелом таких включень є мартенситні перетворення, які можуть мати місце в аустенітних сталях і деяких титанових сплавах. Такі мартенситні включення мають магнітні властивості на відміну від матеріалу в стані постання. Запропоновано методичні процедури, які дозволять розпізнавати сигнали від реальних дефектів і сигналів, пов'язаних з допустимими магнітними включеннями. Крім того, представлено оригінальну технологію виявлення тріщин в трубках складної форми, коли мартенситні включення в пластичній зоні вершини тріщини є ознакою дефекту та можуть бути виявлені з високою селективністю на основі гармонічного аналізу вихрострумівого сигналу.

Лисенко Ю.Ю. представила доповідь «Analysis of formation processes of informative features in eddy current probes with pulsed excitation mode» (співавтори Куц Ю.В., Учанін В.М. і Протасов А.Г.), у якій на основі моделювання розглянуто умови формування осциляційного режиму імпульсного вихрострумівого контролю та можливість виділення з отриманих сигналів інформаційних ознак, пов'язаних з різними характеристиками об'єкта контролю.

Казакевич М.Л. представив доповідь «Creation and Non-Destructive Control of Electric Heating Elements of the Aircraft Icing Prevention System» (співавтори Семенець О.І., Казакевич В.М., Кондратюк А.С., Чирва О.О., Шестаков О.О. та Кутко Г.А.), у якій розглянув питання створення електричних нагрівальних елементів для запобігання обледеніння авіаційних конструкцій та особливості їх НК.

Конференція в Лісабоні продемонструвала останні досягнення НК і тенденції його розвитку, сприяла обміну знаннями та формуванню нових творчих проектів, метою яких є забезпечення високої якості продукції у різних галузях промисловості та підвищення надійності експлуатації критичних об'єктів сучасної техніки.

Наступна XIV Європейська конференція з НК відбудеться у Вероні в 2026 році.

Матеріал підготували В.М. Учанін, Ю.Ю. Лисенко