

Вихрострумний дефектоскоп з автоматичним налаштуванням на заданий рівень чутливості

Призначення: безконтактне виявлення поверхневих дефектів (в тому числі втомного і корозійного походження, в різних конструкційних магнітних і немагнітних матеріалах за допомогою вихрострумного давача локального типу.

Основні технічні характеристики та переваги:

- Виявлення коротких тріщин довжиною більше 1 мм з глибиною більше 0,2 мм (залежно від вибраного типу давача), в тому числі через лакофарбове покриття товщиною до 0,5 мм.
- Нечутливість до впливу зміни зазору та нахилу давача відносно контрольованої поверхні під час сканування.
- Автоматичне налаштування.
- Можливість відстроювання від впливу краю.
- Зручна світлова і звукова сигналізація про наявність дефекту.

Особливості функціонування:

- В дефектоскопі реалізовано запатентовані способи реалізації режиму переривчастої генерації автогенератора.
- Інтелектуалізація процесів налаштування дозволяє збільшити достовірність виявлення дефектів за рахунок часткової заміни процедур, що виконуються оператором.

- На відміну від попередніх розробок має можливість автоматичного налаштування на попередньо визначений рівень чутливості, який висвітлюється додатковим індикатором.

- Має можливість контролювати з відлаштуванням від краю виробу, в тому числі зону заклепок.



Вихрострумний контроль вузлів авіаційної техніки.

- Забезпечує можливість контролювати литво за допомогою спеціального давача.

Галузі застосування: авіація, космічне машинобудування, хімічна промисловість, нафтогазова галузь, машинобудування, енергетика тощо.

Стан розробки: виготовлено діючий зразок дефектоскопа, випробувано в умовах ДП «АНТОНОВ».

Пропозиції по співробітництву: Дефектоскоп та розроблені на його основі методики можуть знайти застосування на авіаремонтних підприємствах, енергогенеруючих компаніях тощо.

Прилад для безконтактного вимірювання механічних напружень у виробках із феромагнітних сталей

Призначення: безконтактне вимірювання залишкових і робочих напружень конструкцій із феромагнітних сталей.

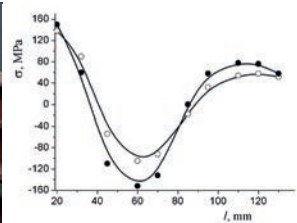
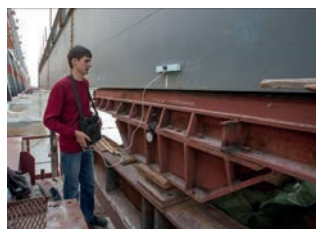
Основні технічні характеристики та переваги:

- Прилад дозволить вимірювати залишкові і робочі механічні напруження магнітоанізотропним методом.
- Робочі частоти збудження магнітоанізотропного вихрострумного давача від 1 до 50 кГц залежно від глибини контрольованої зони.
- На відміну від методу свердлення отворів є неруйнівним.
- На відміну від резистивного методу є безконтактним і мобільним.

Особливості функціонування:

- Магнітоанізотропний метод базується на застосуванні зворотного магнітострикційного ефекту.
- В розробці буде використано новий спосіб, що зменшує вплив гістерезису на результати вимірювання.
- Прилад може бути використаний під час будівництва та експлуатації мостів, для визначення

залишкових напружень зварних швів, для контролю залишкових напружень залізничних рейок та коліс тощо.



Розподіл залишкових напружень в зоні кільцевих швів труб отриманий магнітоанізотропним методом (○) і методом свердлення отворів (●)

Стан розробки: створено експериментальні макети приладів і магнітоанізотропних перетворювачів, які випробувано під час насування пролітної будови моста методом насування.

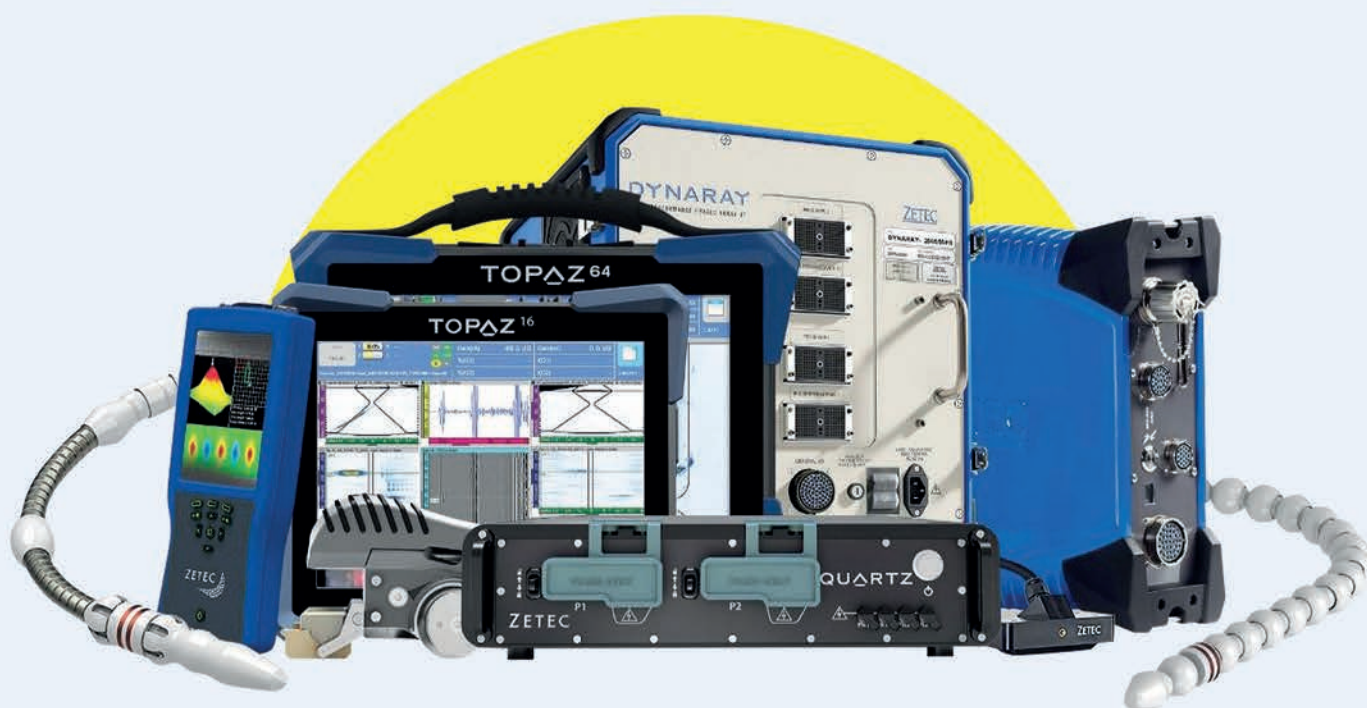
Пропозиції по співробітництву: Прилад може знайти застосування в будівництві, на МК «Азовсталь», ДП «Укрзалізниця», трубопровідному транспорті, підприємствах нафтогазової галузі тощо.





рішення для лабораторій

ХЛР (ТОВ «ХІМЛАБОРРЕАКТИВ») – це комплексні рішення для галузевих лабораторій. Компанія покриває всі задачі по контролю якості в промисловій сфері. Маємо все необхідне для лабораторій нафтогазової галузі та енергетики, гірничо-металургійного комплексу і машинобудування, хімічної та будівельної галузей.



**Передові та безпечні рішення
для неруйнівного контролю**



вул. Січових Стрільців
(Щолківська), 8, Бровари,
Київська обл., 07400, Україна



тел./факс: (044) 494 42 42



sales@hlr.ua



www.hlr.ua

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ

Л.М. ЛОБАНОВ (головний редактор),

А.Я. Недосєка (заст. гол. ред.),

В.О. Троїцький (заст. гол. ред.),

Є.О. Давидов, С.А. Недосєка,

Ю.М. Посипайко,

І.Ю. Романова (відповід. секретар)

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

В.Л. Венгринович

Інститут прикладної фізики НАН Білорусі, Мінськ

К. Драган

Технологічний інститут повітряних сил,

Варшава, Польща

М.Л. Казакевич

Інститут фізичної хімії ім. Л.В. Писаржевського

НАН України, м. Київ

О.М. Карпаш

Івано-Франківський нац. техн. університет нафти і газу

Л.І. Муравський, З.Т. Назарчук, В.Р. Скальський,

В.М. Учанін

Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН

України, м. Львів

Г.І. Прокопенко

Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова

НАН України, м. Київ

А.Г. Протасов, С.К. Фомічов

НТУ України «КПІ імені Ігоря Сікорського», м. Київ

В.О. Стороженко

Харківський національний університет радіоелектроніки

В.О. Стрижало

Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка

НАН України, м. Київ

М.Г. Чаусов

Національний університет біоресурсів і

природокористування України, м. Київ

Засновники

Національна академія наук України,

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАНУ,

Міжнародна Асоціація «Зварювання» (видавець)

Адреса редакції

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України

03150, Україна, м. Київ,

вул. Казимира Малевича, 11

Тел./факс: +38 (044) 200-82-77

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com/ukr/journals/dnkn

Свідоцтво про державну реєстрацію

КВ4787 від 09.01.2001

Журнал входить до переліку затверджених

Міністерством освіти і науки України видань

для публікації праць здобувачів наукових ступенів за

спеціальностями 132, 151, 152.

Наказ МОН України № 409 від 17.03.2020.

Передплата 2021

Передплатний індекс 74475.

4 випуски на рік (видається щоквартально).

Друкована версія: 960 грн. за річний комплект з урахуванням доставки рекомендованою бандероллю.

Електронна версія: 960 грн. за річний комплект (випуски журналу надсилаються електронною поштою у форматі .pdf або для IP-адреси комп'ютера передплатника надається доступ до архіву журналу).

За зміст рекламних матеріалів редакція журналу відповідальності не несе.

ЗМІСТ

Інтерв'ю з директором НВФ «Діагностичні прилади»
О. Павлієм 3

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

ВЕРТІЙ О.О., УЧАНІН В.М. Тривимірна візуалізація виявлених дефектів методами вихрострумової обчислювальної томографії..... 7

МІЛЕНІН О.С., ВЕЛИКОІВАНЕНКО О.А., РОЗИНКА Г.П., ПІВТОРАК Н.І. Скінченно-елементні методи оцінки технічного стану великогабаритних конструкцій зі структурно неоднорідних матеріалів (Огляд) 14

ЛОБАНОВ Л.М., ТОРОП В.М., РАБКІНА М.Д., КОСТІН В.А., ШТОФЕЛЬ О.О. Особливості руйнування арматурних канатів захисних оболонок атомних електростанцій 20

ЯВОРСЬКИЙ І.М., ЮЗЕФОВИЧ Р.М., ЛИЧАК О.В., ВАРИВОДА М.З., СТЕЦЬКО І.Г. Методи та засоби ранньої вібродіагностики підшипникових вузлів обертових механізмів.... 30

ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

ДЕМЕНЧУК Е.В., ШАЙДА В.П., ШИЛКОВА Л.В., ЮР'ЄВА О.Ю. Дослідження впливу вищих гармонік струму в мережі живлення на роботу асинхронних двигунів з використанням приладів діагностики 38

КУЛІШ В.А., КРИЛОВ Е.С. Розробка єдиної галузевої бази даних технічного стану вугільних шахтних копрів 46

ІНФОРМАЦІЯ

З історії розвитку технічної діагностики в Україні..... 52

Міжнародна конференція «Сучасні технології з'єднання матеріалів» 57

Неруйнівний контроль зварних з'єднань 58

Сучасне застосування стандартів з НК 62

Пристрій «ВІК/ТВА-1» для швидкого і точного візуального контролю протяжних металоконструкцій 65

Дати, події, факти з історії неруйнівного контролю 67

Видання журналу підтримують:

Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики,
Технічний комітет стандартизації «Технічна діагностика та неруйнівний контроль» ТК-78

EDITORIAL BOARD

L.M. Lobanov (Editor-in-Chief),

A.Ya. Nedoseka (Deputy Editor-in-Chief),

V.O. Troitskiy (Deputy Editor-in-Chief),

Ie.O. Davydov, S.A. Nedoseka,

Yu.M. Posypaiko,

I.Yu. Romanova (execut. secretary)

E.O. Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine, Kyiv

V.L. Vengrinovich

Institute of Applied Physics of the NAS of Belarus, Minsk

K. Dragan

Air Force Institute of Technology, Warsaw, Poland

M.L. Kazakevich

L.V. Pisarzhevskii Institute of Physical Chemistry
of NAS of Ukraine, Kyiv

O.M. Karpash

Ivano-Frankivsk National Technical University of Oil and Gas

L.I. Muravsky, Z.Th. Nazarchuk, V.R. Skalskiy, V.M. Uchanin
Karpenko Physico-Mechanical Institute of NAS of Ukraine, Lviv

G.I. Prokopenko

G.V. Kurdyumov Institute for Metal Physics
of NAS of Ukraine, Kyiv

A.G. Protasov, S.K. Fomichov

National Technical University of Ukraine «Igor Sikorsky Kyiv
Polytechnic Institute»

V.O. Storozhenko

Kharkiv National University of Radio Electronics, Ukraine

V.O. Stryzhalo

G.S. Pisarenko Institute for Problems
of Strength of NAS of Ukraine, Kyiv

M.G. Chausov

National University of Life and Environmental Sciences
of Ukraine, Kyiv

Founders

National Academy of Sciences of Ukraine,

E.O. Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine,
International Association «Welding» (Publisher)

Address

E.O. Paton Electric Welding Institute of NAS of Ukraine

03150, Ukraine, Kyiv, 11 Kazymyr Malevych Str.

Tel./Fax: +38 (044) 200-82-77

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com/eng/journals/tdnk

The Journal is included in the list of publications approved
by the Ministry of Education and Science of Ukraine
for the publication of works of applicants for academic degrees
in specialties 132, 151, 152.

Order of the MES of Ukraine № 409 of 17.03.2020.

Certificate of state registration
of KB 4787 dated 09.01.2001

Subscription 2021

Subscription index 74475.

4 issues per year (issued quarterly), back issues available.

\$72, subscriptions for the printed (hard copy) version,
air postage and packaging included.

\$60, subscriptions for the electronic version
(sending issues of Journal in pdf format
or providing access to IP addresses).

The editorial board is not responsible
for the content of the promotional material.

CONTENT

Interview with O. Pavliy, Director of Diagnostic Devices Company 3

SCIENTIFIC AND TECHNICAL

VERTIY O.O., UCHANIN V.M. Three-dimensional visualization
of the detected defects by eddy current computing tomography 7

*MILENIN O.S., VELIKOIVANENKO O.A., ROZYNKA G.P.,
PIVTORAK N.I.* Finite element methods for assessment of
the technical condition of large-sized structures from structur-
ally heterogeneous materials (Review)..... 14

*LOBANOV L.M., TOROP V.M., RABKINA M.D., KOSTIN V.A.,
SHTOFEL O.O.* Features of the destruction of reinforcing
ropes in nuclear power plant containment 20

*YAVORSKIY I.M., YUZEFOVYCH R.M., LYCHAK O.V.,
VARYVODA M.Z., STETSKO I.H.* Methods and means of
early vibrodiagnostics of bearing units of rotary mechanisms..... 30

INDUSTRIAL

DEMENCHUK E.V., SHAIDA V.P., SHILKOVA L.V., YURIEVA O. Yu.
Diagnosis of induction motors by using the influence of higher
current harmonics 38

KULISH V.A., KRYLOV E.S. Development of unified industrial
database of the technical condition of coal mine headgear 46

INFORMATION

Excerpts from history of technical diagnostics in Ukraine 52

International conference «Modern technologies
of joining materials» 57

Non-destructive testing of welded joints 58

Modern application of NDT standards 62

VIK/TVA-1 device for fast and accurate visual inspection of
stretched metal structures 65

Dates, events, facts in the history of non-destructive testing 67

JOURNAL PUBLICATION IS SUPPORTED BY:

Ukrainian Society for Non-Destructive Testing and Technical Diagnostic,
Technical Committee on standardization «Technical Diagnostics and Non-Destructive Testing» TC-78

НВФ «ДІАГНОСТИЧНІ ПРИЛАДИ» – 25 РОКІВ ЖИТТЯ В НЕРУЙНІВНОМУ КОНТРОЛІ.

*Інтерв'ю з генеральним директором підприємства
Олександром Павлієм*

Сьогодні гостем журналу є Олександр В'ячеславович Павлій – директор Науково-виробничої фірми «Діагностичні прилади». Вже 25 років фірма поставляє на підприємства України сучасні технології, обладнання, прилади та матеріали для технічного контролю та діагностики. До складу фірми також входять випробувальна лабораторія та учбовий центр персоналу з неруйнівного контролю. Олександр Павлій відповів редакції журналу на ряд запитань.

Які на сьогодні основні напрямки роботи НВФ «Діагностичні прилади»? Підприємство сьогодні має декілька напрямків діяльності, враховуючи споріднені проекти. Традиційно головний та найстаріший напрямок – дистрибуція матеріалів і приладдя для різних методів неруйнівного контролю. Другий напрямок – поставки різноманітного обладнання НК та технологічних рішень. Стратегічними видами є сьогодні навчання і сертифікація персоналу та діяльність акредитованої лабораторії з неруйнівного контролю.

В чому, на Вашу думку, переваги Вашої фірми перед іншими учасниками ринку засобів технічного контролю? Всього час існування ми продовжуємо навчатись. Ми позиціонуємо себе як організація, що здатна запропонувати експертне рішення. Ми співпрацюємо з партнерами, які можуть запропонувати найкраще з можливого, що може вирішити задачі замовника. Ми продовжуємо підвищувати свої компетенції. І лабораторія, і навчальний центр сприяють цьому.

Чому, на Вашу думку, замовники вибирають саме НВФ «Діагностичні прилади»? З одного боку, ми розуміємося на неруйнівному контролі, з іншого, ми здатні запропонувати оптимальні умови клієнту для задоволення його потреб.

Чи маєте Ви постійних багаторічних замовників і з ким із них Ви плідно співпрацюєте? Нашими замовниками є велика кількість підприємств з різних галузей промисловості. Це – підприємства металургійної галузі, нафто-газового комплексу, але найцікавіші завдання ми вирішуємо в машинобудуванні та аерокосмічній галузі.

Ми знаємо, що у Вас було кілька дуже великих, знакових проектів. Що Ви можете про них розповісти? Так, кілька великих проектів ми реалізували для «Інтерпайп», «Південмаш», «Зоря-Машпроект», «Чорноморнафтогаз», «Мотор Січ». Це були



Павлій Олександр В'ячеславович

комплексні складні рішення для контролю різних типів виробів. Для нас, перш за все, це досвід і нові компетенції. Це можливість відкрити для себе нові знання, доступ до нових технологій, впровадження інноваційних методик контролю та вимірювань.

Ми просимо Вас подумки повернутись на багато років назад. Навчаючись на приладобудівному факультеті НТУУ «КПІ ім. Ігоря Сікорського», Ви для спеціалізації обрали кафедру «Прилади і системи неруйнівного контролю». Чому? Це чисто сімейна справа. Старший брат Ігор навчався на цій спеціальності, і вона здавалась мені досить перспективною, адже вона знаходилась на перехресті кількох напрямків знань, а саме: матеріалознавства, взаємодії фізичних полів різної природи з матеріалами, інформаційних технологій. Я отримав кваліфікацію інженера-фізика, що стало першою сходинкою в світ знань і технологій.

Після закінчення університету Ви могли обрати різні напрямки професійної діяльності. Чому Ви вирішили віддати свої сили і час створенню бізнесу? Це сталося не відразу. На час захисту дипломної роботи вже існував сімейний бізнес (він і сьогодні досить успішно функціонує, це НВФ



В.І. Павлій з синами Ігорем та Олександром

«Ультракон» (прим. ред.)). Я почав роботу в НВФ «Ультракон», яким керували мій батько В'ячеслав Іванович і брат Ігор В'ячеславович. Знать не вистачало, тому я вирішив отримати другу вищу освіту в Міжнародному університеті фінансів за фахом «Промисловий маркетинг». А вже потім батько далекоглядно запропонував реалізувати мої ідеї в окремому підприємстві. Так в 1996 році з'явилось підприємство «Діагностичні прилади».

Ми знаємо, що Вашою дипломною роботою була розробка вихрострумового дефектоскопа. Потім цей прилад Ви виготовляли і пропонували замовникам. Яка доля цієї розробки? Не зовсім так. На четвертому курсі я дійсно працював над курсовою роботою з розробки вихрострумового дефектоскопа з накладним перетворювачем під керівництвом Гліба Олексєєва та Юрія Куца. НВФ «Ультракон» до сих пір виробляє вихроструміві дефектоскопи. А ось у Міжнародному університеті фінансів темою моєї дипломної роботи був маркетинг серійних вихрострумівих дефектоскопів.

Ви часто берете участь в роботі виставок та конференцій, самостійно організовуєте конференції, неодноразово були спонсором навіть національних конференцій, що проводить УТ НКТД. Що це Вам дає? Це досить хороше та об'ємне запитання. Виставки, з одного боку, це шлях до продаж, з іншого – це нові знання та просування ідей. Конференції – це наука та механізми керування змінами. Розуміючи важливе значення конференцій та виставок, НВФ «Діагностичні прилади», при можливості, допомагала в їх проведенні. Ми були генеральним спонсором двох Національних конференцій «Неруйнівний контроль і технічна діагностика» в 2012-у та 2016-у роках, які проводило УТ НКТД. Ще раніше ми допомагали проведенню конференцій в Криму, організовували тематичні конференції в різних містах України та Туреччини.

Україна, як асоційований член ЄС та країна, яка має договір про вільну торгівлю з Європейською співдружністю, взяла на себе зобов'язання привести свою нормативну базу (стандарти, регламенти) у відповідність до європейської. Один зі шляхів в цьому напрямку – готувати наших фахівців і підприємства в цілому до роботи за правилами, що діють в ЄС, навчати наших колег підходам, правилам, регламентам. Це ми і робимо на своїх профільних конференціях «Неруйнівний контроль в контексті договору про асоційоване членство України в ЄС», які ми проводили щороку в період 2017–2019 рр.

До речі, Ви були одним з організаторів першої в Україні виставки засобів технічного контролю в 1993 році. Тоді ця виставка помістилась в одній аудиторії КПП. Хто брав участь в цій виставці та що виставлялось? Так, тоді ми змогли зібрати досить цікаву експозицію, де були зраз-



Група співробітників на конференції з НК в Мюнхені. 2016 р.



Дискусія на конференції в Неленчуві. 2018 р. С. Щупак (ІЕЗ ім. Є.О. Патона), Т. Якубович, І. Якубович (НВФ «Діагностичні прилади»), В. Коваленко (ДП «Антонов»)



Стенд на Промисловому форумі, 2014 р. О. Козін (ліворуч), М. Юр'єв (праворуч)

ки приладів виробництва вітчизняних, тоді ще нечисленних, фірм, науково-дослідних інститутів, окремих ентузіастів. Нажаль, деякі зразки, що експонувались, не знайшли масового використання, та пам'ятають про них лише ентузіасти з історії технічного контролю.

Нещодавно в складі Вашої фірми була створена випробувальна лабораторія, акредитована НААУ. Чим це було викликано та які напрямки її роботи? Логіка розвитку промисловості в 21-у столітті вказує на зміну пріоритетів в бізнесі. Щоб залишатись конкурентоспроможним в сфері продажів, треба бути експертом в продукції та технології. Найпростіший шлях до експертності – це самому бути користувачем того продукту, який ти



Виконання робіт з радіографічного контролю вузлів авіаційного обладнання, 2021 р.



Роботи з дефектоскопії на авіасудні MD-08, 2021 р.



Рентгенографічний контроль трубопроводу, 2021 р.

пропонуєш клієнту. З іншого боку, ринок обладнання дуже виріс, купити дефектоскоп можна за малі гроші, а написати методику та проконтролювати шов або виріб – тут вже потрібні знання та досвід. Тому маємо лабораторію.

У Вас також працюють учбовий та екзаменаційний центри з підготовки фахівців з неруйнівного контролю. Розкажіть про них. Це теж впливає з попереднього питання. Навчання та сертифікація фахівців з неруйнівного контролю – це розвиток основного напрямку діяльності. Наші замовники мають можливість підготувати дефектоскопістів, що зможуть потім використовувати наше обладнання та матеріали. До речі, наш центр володіє мабуть найкращим парком навчальних зразків. Цим я опікуюсь особисто.

Ви створили професійний та дієздатний колектив односторонців. Що б Ви хотіли про нього розповісти? Перш за все, колектив – це велика цінність. Я дуже ціную моїх колег і дякую їм за те, що вони поділяють наші цінності. Я дякую тим, хто працює зараз, і тим, хто працював раніше та продовжив своє професійне зростання в інших компаніях.

Чи просто керувати колективом професіоналів? Це не легко, треба постійно працювати над собою.



Навчальний семінар із стандартизації, 2018 р. Доповідач — С. Щупак

Найкращий метод керування – це лідерство та постійне підвищення компетенції та знань. В сучасному світі модель «навчання протягом життя» стає одним з факторів виживання.

Кого і чому Ви вважаєте своїм учителем? Я в своєму житті зустрів декількох людей, кого сьогодні можу вважати своїми вчителями. Перш за все – це батьки, вони заклали ціннісний базис. Вже в дорослому віці я зустрів колег, набагато старших за себе, кого я вважаю своїми вчителями: в бізнесі – Каміл Ленартс, в науці – Олександр Скордев, в житті – Темурі Рігішвілі.

Вже працюючи директором, Ви навчались в бізнес-школах. Що це Вам дало? Підприємство існує вже 25 років без сторонньої допомоги. І це говорить само за себе.

Які книги з неруйнівного контролю Ви вважаєте найкращими? Книги американських авторів.

З якими труднощами в роботі Ви стикаєтесь і як шукаєте вихід? Якщо є стратегія, що спирається на цінності, всі складні питання можна вирішити.

В яких напрямках Ви плануєте розширювати свою діяльність? Будемо фокусуватись на компетенції компанії в окремих напрямках, де ми досяг-



Стенд на виставці «Зброя і безпека», 2017 р. С. Глабець, Д. Комаров



В лабораторії «МР-Хемі» вивчають дефектоскопічні матеріали Д. Комаров та Ю. Яременко



Радіографічний контроль лопатей гвинтокрила на АТ «МОТОРСІЧ», 2021 р.



Прийм лінії капілярної дефектоскопії для АТ «МОТОРСІЧ» на заводі виробника у Франції

ли певних успіхів. Є речі, які ми вміємо найкраще, це ми і будемо розвивати.

Як Ви оцінюєте сучасний стан засобів і технологій НК? Україна відстала у впровадженні сучасних методів років на двадцять.

За якими технологіями НК, на Вашу думку, майбутнє? Світ дуже швидко змінюється, з'являються нові сфери виробництва та галузі промисловості. В технології технічного контролю широко входять автоматизація та роботизація.



Демонстрація обладнання Olympus на конференції з НК, 2019 р.



Навчання співробітників Учбового центру, 2019 р. Лектор — доктор Олександр Скордев



Ультразвуковий контроль виконує С. Глабець

Які компанії Ви б назвали лідерами на українському ринку засобів і технологій НК? Безумовно, серед вітчизняних виробників слід відзначити «Промприлад», «Ультракон», «Новотест». Імпортерів набагато більше, але це окрема тема.

Які журнали чи інтернет-ресурси в галузі НК, на Ваш погляд, є найкращі? Ресурси ASNT, NDT.NET, ТДНК.

Радіографія чи ультразвук – що краще? Радіографія!

Розмову провів Юрій Посипайко

3 ІСТОРІЇ РОЗВИТКУ ТЕХНІЧНОЇ ДІАГНОСТИКИ В УКРАЇНІ

У наш час відбуваються істотні зміни в управлінні експлуатацією машин, обладнання, конструкцій та споруд. Вчені і розробники, які спеціалізуються в області створення високих технологій, приступили до практичної реалізації в промисловості проєктів, що визначають нову, більш досконалу технологію контролю, коли, знаходячись на будь-якій відстані від контрольованого об'єкта, можна у будь-який момент часу знати його стан і передбачити його поведінку в майбутньому.

Початок цим процесам, підходам до вирішення інженерних завдань та їх реалізації закладено працями і діяльністю багатьох вітчизняних і зарубіжних вчених. Минуло вже більше півстоліття з дня організації і початку робіт зі створення теорії, методів і засобів технічної діагностики зварних конструкцій і матеріалів у нашій країні. За цей час виконано величезний обсяг робіт, створена, по суті, нова технологія контролю стану конструкцій, розроблена і серійно випускається необхідна для цих цілей апаратура, створені відповідні організаційні структури для приведення в дію всього механізму забезпечення безпеки експлуатації конструкцій і споруд.

Роботи зі створення теорії і методів прогнозування працездатності конструкцій координувалися організованою Державним комітетом СРСР з науки і техніки в 1963 р. при Інституті електрозварювання (ІЕЗ) ім. Є.О. Патона АН України Науковою Радою «Нові процеси зварювання і зварні конструкції». У складі секції «Зварні конструкції» Наукової Ради почала функціонувати робоча група № 3 «Технічна діагностика і точність зварних конструкцій». Організував і почав дослідження і розробки по створенню і освоєнню нових діагностичних технологій академік Б.Є. Патон (рис. 1).

На початку своєї діяльності робоча група зосередила основну увагу на традиційному питанні технології виробництва зварних конструкцій – забезпеченні їх точності. Створення такої групи дик-



Рис. 1. Фахівці на чолі з академіком Б.Є. Патоном знайомляться з впровадженням систем АЕ моніторингу на Одеському припортовому заводі

тувалося необхідністю координації та цільового фінансування науково-дослідних і конструкторських робіт вчених і фахівців зі створення способів обліку шкідливого впливу наслідків зварювання на геометрію конструкцій. Особливо великі неприємності зварювальні деформації доставляли при виготовленні великогабаритних листових конструкцій, зварних станин металорізальних верстатів, які почали приходити на зміну литим, при виготовленні рамних конструкцій, які тримають високоточні великогабаритні елементи (наприклад, дзеркала радіотелескопів).

Необхідно було проводити більш глибоке цілеспрямоване вивчення цих процесів з урахуванням розпочатого бурхливого розвитку електронно-обчислювальної техніки.

Вивчення механізму явищ, пов'язаних з процесом зварювання, і таких, що призводять до втрати конструкцією основної (розрахункової) форми рівноваги, дозволило отримати важливі теоретичні результати і засновані на них методи та засоби боротьби з викривленням зварних конструкцій. Не менш важливим досягненням цих досліджень стали роботи, що з'явилися спочатку як супутні основним, а потім стали самостійними – роботи з оцінки стану матеріалу конструкції. Останні базувалися на обчислювальній техніці, що дозволило зовсім по-новому поглянути на одну з найважливіших проблем техніки – проблему забезпечення безпеки експлуатації зварних конструкцій.

Результати перших досліджень показали, наскільки складна ця проблема. Назріла необхідність виділення цього напрямку в самостійне з тим, щоб можна було сконцентрувати зусилля вчених і розробників на вирішенні цілої низки проблем, що виникли при більш ретельному аналізі. Потрібно було скоротити час наукового пошуку і отримати більш якісні результати. В 1979 р. створюється нова секція в складі Наукової Ради – «Діагностика надійності зварних конструкцій», в роботі якої взяли участь великі академічні та галузеві науково-дослідні інститути, вузи та промислові підприємства, в діяльності яких істотне місце займали питання забезпечення безпеки експлуатації конструкцій і споруд; підприємства і організації, що випускають або причетні до випуску конструкцій, аварії на яких могли призвести до серйозних екологічних наслідків. Це, в першу чергу, Інститут атомної енергії ім. І.В. Курчатова (ІАЕ), ЦНДІМАШ, КБ «Південне», ЦНДІ ім. акад. О.М. Крилова, ЦНДІ конструкційних матеріалів «Прометей», Центральний аерогідродинамічний інститут (ЦАГІ), ЦНДІМАШ, Хабаровська філія ВНДІФТРВ Держстандарту СРСР, НДІ технології машинобудування, ЦНДІ Матеріалів, НДІ «Квант», Чорноморський суднобудівний завод, Севмаш, ВНДІНК, які представили майже всі



Рис. 2. Голова Державного комітету з науки і техніки СРСР академік В.О. Кирилін знайомиться з роботами ІЕЗ ім. Є.О. Патона в області точності і технічної діагностики зварних конструкцій, 1977 р.

основні галузі народного господарства країни, а також МВТУ ім. Н.Е. Баумана, МІФІ, НДІ математики і механіки при Ростовському-на-Дону державному університеті.

Україну представляли як академічні, так і вищі навчальні заклади: Інститут металофізики ім. Г.В. Курдюмова, Інститут проблем машинобудування ім. А. М. Підгорного, ІЕЗ ім. Є. О. Патона, Інститут гідродинаміки, КПІ та КДУ ім. Т.Г. Шевченка (м. Київ), ХПІ і ХДУ (м. Харків).

Аналізуючи проблему оцінки стану матеріалів конструкцій, вчені звернули увагу на значні можливості методу акустичної емісії (АЕ), який інтенсивно розвивався в різних країнах як метод неруйнівного контролю. Такі організації, як Донецько-Ендревко, Фізикал Акустик Корпорейшн, Вейв Діджитал (США), деякі фірми в Англії, Японії, Фінляндії досить активно займалися вирішенням цієї проблеми. Центральний інститут фізичних досліджень Угорської АН (м. Будапешт), Празький політехнічний інститут (Чехословаччина), Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАНУ, ІЕЗ ім. Є.О. Патона (м. Київ), Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАНУ (м. Львів), ХФТІ (м. Харків), ІАЕ, ЦАГІ, ЦНДІТМАШ (м. Москва), ВНДІ-ФТРВ (м. Хабаровськ) також вже мали суттєві досягнення в застосуванні АЕ як засобу неруйнівного контролю. Дещо пізніше до них підключилися Інститут надтвердих матеріалів (м. Київ), Київський інститут інженерів цивільної авіації, Технологічний університет «Поділля» (м. Хмельницький).

Необхідно було створити методику і розробити таку технологію, які могли б не тільки визначати координати місць підвищеної АЕ активності, але і розшифровувати інформацію, яка несе відомості про зміни цілісності структури матеріалів, що руйнуються, навчити апаратуру прогнозувати залишковий ресурс матеріалів конструкцій. Така

функція методу і апаратури на його основі була значно складнішою за функцію визначення координат і була вирішена значно пізніше.

Активізація робіт в напрямку технічної діагностики конструкцій вимагала вживання необхідних заходів для більш чіткої їх організації та планування, для контролю ходу їх виконання. В 1983 р. в ІЕЗ ім. Є.О. Патона на базі лабораторії з технічної діагностики зварних конструкцій створюється структурний відділ того ж напрямку, а незабаром при Президії АН створюється Наукова Рада «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», в складі якої почали працювати більше 20 інститутів і організацій. З цього моменту роботи в області технічної діагностики конструкцій, що експлуатуються, починають носити цільовий планований характер.

У 1982 р. створена робоча група при РЕВ (Рада економічної взаємодопомоги, 1947–1991 рр.) для виконання нової спільної теми «Розробка, дослідження і застосування засобів акустичної діагностики зварних конструкцій», що об'єднала зусилля фахівців з Болгарії, Угорщини, Радянського Союзу, Польщі, Румунії, Чехословаччини та Югославії. Центром робочої групи стає ІЕЗ, що вже очолив на той час роботи з цього напрямку в країні (рис. 3).

Інтенсивний розвиток робіт вимагав і більш інтенсивних обмінів результатами досліджень. З 1986 р. починають працювати Всесоюзний методологічний семінар з питань технічної діагностики, створений при Президії АН України, і міжнародна школа «Акустична емісія в діагностиці передруйнівного стану і прогнозуванні руйнування зварних конструкцій», перше засідання якої відбулося в жовтні 1986 р. у м. Варна (Болгарія) на базі комбінату контрольно-зварювальних робіт (рис. 4).

Одним з істотних досягнень методологічного семінару став прогноз розробок в області створення методів і засобів діагностики на промисловій основі. Розглядалися два методи діагностування матеріалів – на основі глибоких фундаментальних досліджень і на основі статистичних даних. В першому випадку на базі застосування методів квантової механіки руйнування, апаратура і



Рис. 3. Засідання робочої групи РЕВ з технічної діагностики. У засіданні беруть участь представники Болгарії, Угорщини, Польщі, України, Чехословаччини та Югославії (листопад, 1983 р., м. Київ)

методику її застосування могли бути створені до 2010 р. В другому – у 1995 р. Вже у 1993 р. з'явилася перша діагностична система ЕМА-1. Таким чином, досить складний механізм прогнозу все ж правильно передбачив появу серійних діагностичних систем, що працюють за другим методом.

Складність прогнозу полягала в тому, що необхідно було передбачити розвиток не тільки власне теорії діагностування, але і розвиток суміжних галузей знань і відповідної техніки, на базі яких здійснювалися розробки. Це – можливості обчислювальної техніки, здатної обробити в стислий час досить великі потоки інформації, що надходить з контрольованої поверхні виробів, і вимірювальної техніки, такої, як датчики і вимірювальні прилади, яка була б здатна надати на вхід обчислювальної машини достатню, за вимогами теорії і точності вимірювання, інформацію. Також особливої уваги потребувала і недостатня кількість фахівців в області діагностики матеріалів.

Розглядаючи цю проблему як одну зі складових частин проблеми забезпечення надійності та безпеки експлуатації конструкцій і враховуючи, що переважна більшість їх виготовляється із застосуванням зварювання, необхідно було організувати підготовку фахівців в області технічної діагностики на базі великих навчальних центрів країни. Починаючи з 1990 р., спільними зусиллями секції ТД, ІЕЗ і КПІ при ряді вузів країни, в тому числі КПІ, на базі спеціальності «Обладнання і технологія зварювального виробництва» створюється нова спеціалізація 12.05.04 «Діагностика і міцність зварних конструкцій» для підготовки фахівців в області діагностики технічного стану і прогнозування ресурсу зварних конструкцій. У 2007 р. ВАК України створює Вче-

ну раду із захисту кандидатських і докторських дисертацій за спеціальністю 05.02.10 «Діагностика матеріалів і конструкцій». З кінця 1994 р. на базі ІЕЗ успішно діють курси підготовки фахівців з технічної діагностики для осіб, які вже мають досвід з контролю та працюють в різних галузях промисловості (рис. 5). З 1998 р. ці курси почали працювати спільно з Навчально-методичним центром Держнаглядохоронпраці України (потім – Держгірпромнагляд України, з 2015 р. підпорядковується Держпраці України). Вже до жовтня 2007 р. було підготовлено 2139 фахівців, до теперішнього часу – близько 5 тисяч (рис. 5).

Більш широкому обміну думками в області розробок з технічної діагностики сприяла поява республіканського міжвідомчого збірника «Діагностика і прогнозування руйнування зварних конструкцій» (1985–1989 рр.). У 1989 р. почав видаватися періодичний шоквартальний всесоюзний науково-теоретичний журнал «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», який з 1993 р. стає міжнародним. Журнал широко відомий як в Україні, так і за кордоном. Уже перший номер журналу був перевиданий у повному обсязі у Великобританії, що дозволило залучити до його тематики фахівців, які спілкуються англійською мовою. Журнал почали випускати бібліотеки і організації Західної Європи, США і Японії.

Значна увага приділялась і розробці обладнання для проведення досліджень в області технічної діагностики. Перший дослідний прилад для діагностики матеріалів на базі методу АЕ був розроблений у 1988 р. Це ще не була діагностична система, хоча прилад виконував досить багато діагностичних функцій. Перший чотирьохканальний прилад конструкції Угорського інституту ядерних



Рис. 4. Перша міжнародна школа з технічної діагностики (м. Варна, Болгарія, жовтень 1986 р.)



Рис. 5. Перший випуск слухачів курсів підготовки фахівців з технічної діагностики, грудень 1994 р. (А.Я. Недосека – перший ряд в центрі)

досліджень ЦІФІ з математичним забезпеченням розробки ІЕЗ ім. Є.О. Патона з'явився у 1989 р. Випробування цього приладу здійснювалися при дослідженні зародження і розвитку дефектів в процесі навантаження трубчастих елементів морських стаціонарних платформ (рис. 6).

Випробування показали високу ефективність приладу. Дефекти, що зароджувались, виявлялися на мікрорівні, коли скупчення дислокацій тільки починали утворювати область, де в подальшому мала з'явитися і привести до руйнування конструкції тріщина. Це було підтверджено при продовженні випробувань. Апаратура стала залучатись до робіт на підприємствах та в організаціях нашої країни.

Проте час ішов і з'явилися додаткові дані про процеси, що протікають в матеріалах при їх деформації. Необхідно було створювати більш досконалі методи і апаратуру для діагностики стану матеріалів конструкцій і споруд.

У 1993 р. з'являється нова, більш досконала модель діагностичної апаратури – система діагностики сімейства ЕМА (Evaluation of Material Ability). Серед переваг цієї апаратури є робота не тільки з датчиками АЕ, а й, за необхідністю, з іншими типами датчиків.

Апаратура реалізувала запропоноване фахівцями ІЕЗ нове комплексне поняття в оцінці матеріалу при його деформації – вектор стану матеріалу (ВСМ), що представляє до розгляду не окремі вимірювані величини, а їх зв'язний комплекс. З'явилася модифікована апаратура сімейства ЕМА – діагностичні системи ЕМА-2, ЕМА-3. На сьогодні

ні це системи ЕМА-4 і ЕМА-3Е – самонавчальна експертна система (рис. 7).

Підприємства України почали проявляти все більший інтерес до результатів розробок. Виникла потреба у створенні центру, який би став спеціалізованою перехідною ланкою між промисловістю та державними органами, що видають нормативну документацію по методам регламентних випробувань конструкцій. Для вирішення цього завдання, а також для координації робіт з контролю за станом конструкцій зусиллями трьох відомств – Держстандарту (Держспоживстандарт), Держнаглядохоронпраці (Держпраці) і Академії наук – у 1993 р. на базі ІЕЗ створюється Технічний комітет стандартизації ТК-78 «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», який очолив академік Б.С. Патон. Створений ТК приступив до роботи в усіх галузях промисловості. У складі комітету були створені робочі підкомітети, до управління якими були залучені провідні фахівці галузей. Тепер випробування і оцінка стану матеріалів конструкцій і споруд в Україні знаходяться під наглядом і контролем ТК-78. Ми навели коротку характеристику розвитку робіт в області технічної діагностики матеріалів конструкцій і становлення організаційних структур, що направляють і координують ці роботи, за порівняно короткий проміжок часу, коли технічна діагностика зародилася і почала розвиватися як самостійний напрям. Зараз початкова стадія робіт завершена. На практиці використовується досить строга методологія, на її базі створена і успішно застосовується відповідна апаратура. Побудовано організаційні структури, що дозволяють комплексно вирішувати найбільшу проблему сьогодення

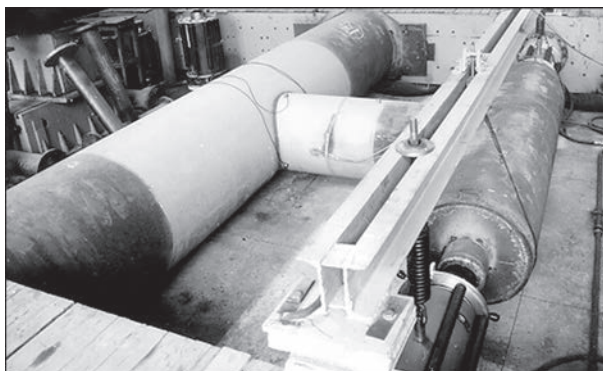


Рис. 6. Випробування елементів морських стаціонарних платформ акустико-емісійним методом



Рис. 7. Системи сімейства ЕМА

дня і, напевно, майбутнього – проблему забезпечення безпеки експлуатації конструкцій і споруд.

Створені і успішно застосовуються при контролі технологія і устаткування, що дозволяють здійснювати 100 % контроль і прогнозування залишкового ресурсу конструкцій без їх розбирання і попередньої підготовки. Створені в Україні та Угорщині діагностичні системи ЕМА-3, ЕМА-4 можуть оцінювати стан і визначати руйнівне навантаження посудин високого тиску, сховищ різного призначення, компресорних станцій, магістральних та технологічних трубопроводів, агрегатів котлів, котельних установок, рухливих деталей, роторів турбін, елементів мостів та інших конструкцій в процесі випробувань і експлуатації. Апаратне забезпечення такого обладнання виконує автоматизовані вимірювання, збір, обробку та зберігання діагностичної інформації. Програмне забезпечення формує і видає інформацію про стан конструкцій, попереджає про можливу небезпеку і прогнозує збереження їх працездатності (рис. 8).

Слід зазначити, що апаратне і програмне забезпечення систем проходять обов'язкову метрологічну перевірку на базі ДП «Укрметртестстандарт». Державні стандарти України, інші нормативні документи забезпечують застосування систем для різних промислових конструкцій. На базі Держгіртехнагляду і ТК-78 здійснюється навчання і сертифікація спеціалістів із застосування придбаного обладнання. З'явилася нова спеціальність – експерт з АЕ діагностики. Існує сервісна служба, що здійснює обслуговування і супровід приладів в процесі їх експлуатації. Вирішені практично всі питання, пов'язані із застосуванням апаратури сімейства ЕМА в промисловості України.

В подальшому ІЕЗ ім. Є.О. Патона, МДП «Індпром» і АТ «ВІДЕОТОН» розробили стаціонарну систему безперервного моніторингу ЕМА-3S. Система призначена для забезпечення експлуатаційної безпеки відповідальних об'єктів промисловості і транспорту і побудована на базі методу АЕ з використанням сучасної апаратури і передових комп'ютерних технологій. Система дозволяє про-



Рис. 9. Кілометрова ділянка магістрального аміакороводу Тольятті–Одеса на мосту через р. Дніпро

водити оцінку фактичного стану об'єкта контролю без зупинок і втручання персоналу в повністю автоматичному режимі. Закладені технології прийняття рішення про небезпеку стану контрольованого виробу дозволяють своєчасно запобігти аварійним ситуаціям. Необхідна для контролю інформація прямо з контрольованого об'єкта по мережі Інтернет може бути передана в будь-яку необхідну для прийняття остаточного рішення точку. На рис. 9 представлено один з таких контрольованих об'єктів, коли кілометрова ділянка труби, що проходить по мосту через р. Дніпро, контролюється безперервно по всій своїй довжині з передачею інформації в м. Київ, де і відбувається її оцінка на центральному діагностичному посту. Контролююча апаратура розташована на обох берегах річки.

Системи сімейства ЕМА в різних конфігураціях застосовуються на багатьох підприємствах України. В даний час функціонують 8 комплексів безперервного моніторингу на великих хімічних виробництвах (6 – на різних об'єктах АТ «Одеський припортовий завод», 2 – на трубопроводах ДП «Укрхімтрансміак») і 2 – на об'єктах київських ТЕЦ. Також діють мобільні діагностичні лабораторії. Із застосуванням систем сімейства ЕМА випробувано понад 2,5 тис. об'єктів в Україні, Росії та Польщі. У цьому чимала заслуга відділу технічної діагностики ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України і МДП «Індпром», якими виконано величезний комплекс науково-дослідних і організаційних робіт, що дозволив зробити вагомий внесок у створення теоретичних передумов в області прогнозуючої діагностики і отримати значні результати в практичному застосуванні цих розробок.

Спільними зусиллями вчених і розробників контроль технічного стану конструкцій з трудомісткого і незручного процесу поступово перетворюється в автоматизований, більш доступний і ефективний.

*А.Я. Недоска, С.А. Недоска, М.А. Яременко,
М.А. Овсієнко, О.І. Бойчук, І.Г. Волошкевич*

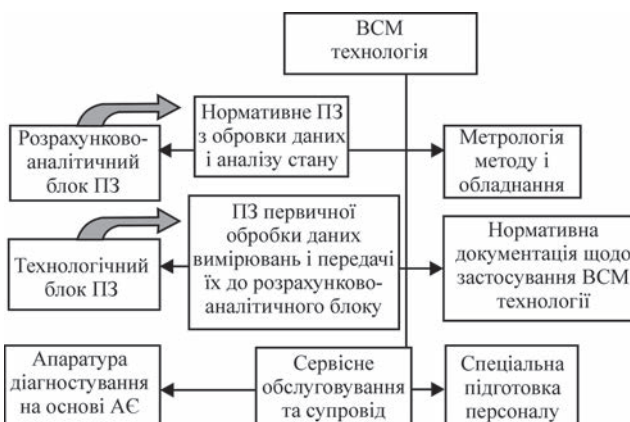


Рис. 8. Складові VCM технології: обладнання, програми і супроводжуюча документація

МІЖНАРОДНА КОНФЕРЕНЦІЯ «СУЧАСНІ ТЕХНОЛОГІЇ З'ЄДНАННЯ МАТЕРІАЛІВ»

31 травня – 2 червня 2021 р. в Києві в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона пройшла Міжнародна науково-технічна конференція «Сучасні технології з'єднання матеріалів», організована ІЕЗ ім. Є.О. Патона, Товариством зварників України, Науково-дослідним інститутом спеціального обладнання в провінції Чжецзян (Китай) та Міжнародною Асоціацією «Зварювання». До початку роботи конференції були видані праці (за темами пленарних доповідей) у вигляді спеціальних випусків журналів «Автоматичне зварювання», «The Paton Welding Journal» № 5, 2021 р. та збірки тез пленарних і стендових доповідей.

В роботі конференції взяли участь вчені, викладачі та інженерно-технічні фахівці НДІ, вузів, промислових і комерційних підприємств ряду міст України, а також зарубіжні учасники з Польщі та Словаччини. Всього понад 70 осіб.

Учасники конференції представляли ІЕЗ ім. Є.О. Патона, ТОВ «Патон Інтернешнл», ТОВ «ТМ ВЕЛТЕК», ТОВ «Суми-Електрод», НТУУ «Київський політехнічний інститут ім. Ігоря Сікорського», Дніпропетровський національний університет, НТУ «Харківський політехнічний інститут», ТОВ «ПЛАН-Т», ТОВ «Адитивні лазерні технології України», Інститут чорної металургії НАН України, ТОВ МНТЦ «ПАТОНСЕРТ», Інститут проблем матеріалознавства ім. І.Ф. Францевича, ПрАТ «НВО «Червона Хвиля», Інститут зварювання в Глівіцах, Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України, ДП «Міжнародний центр електронно-промислових технологій», Інститут механіки ім. С.П. Тимошенка НАН України та інші.

На відкритті конференції було зачитано вітання директора ІЕЗ ім. Є.О. Патона академіка І.В. Кривцуна, в якому наголошено на важливості зустрічей вчених та фахівців, які сприяють підвищенню ефективності зварювального виробництва.

Заступник директора ІЕЗ ім. Є.О. Патона академік Л.М. Лобанов в доповіді «Сучасний стан

і напрямки розвитку зварювального виробництва» зазначив, що базовим технологічним процесом з'єднання матеріалів залишається зварювання, яке в багатьох випадках не має альтернативних рішень для різних галузей промислового виробництва – машинобудування, суднобудування, енергетики, промислового і цивільного будівництва, газо- і нафтовидобувного виробництва та інших. Зварюванню піддаються практично будь-які метали і неметали в різних умовах – на землі, у морських глибинах і у космосі. Основою зварювального виробництва залишається зварювання плавленням. Лідуюче положення на ринку зварювального обладнання і матеріалів займають апаратура і витратні матеріали для дугового зварювання. Характерною тенденцією світових ринків зварювальної техніки є безперервне збільшення частки обладнання і матеріалів для механізованих і автоматизованих способів зварювання.

На конференції в пленарному режимі було заслухано 26 доповідей з багатьох актуальних тем сучасного зварювального виробництва. Ряд доповідей увійшли, як вище зазначалося, в травневий випуск журналів «Автоматичне зварювання» та «The Paton Welding Journal».

Серед доповідей, що викликали найбільший інтерес у слухачів, відзначимо: В.Ю. Білоуса «Аргонодугове зварювання високоміцного економнолегованого псевдо β -титанового сплаву Ti-2,8Al-5,1Mo-4,9Fe»; І.М. Гречанюка «Сплави Ni(Co) CrAlYSi для захисних покриттів»; Д.В. Ковальчука «Технологія металевого 3D друку xBeam 3D Metal Printing на шляху до промислового впровадження»; В.М. Коржика «Розвиток та нові можливості плазмово-дугових технологій в з'єднанні та обробці матеріалів»; О.А. Мазура «Ринок зварювальних матеріалів у світі та в Україні».

На конференції були представлені 30 стендових доповідей, тези яких були опубліковані до початку роботи конференції. Тематика стендових доповідей охоплює широкий спектр питань для вирішення технологічних задач в області зварювального виробництва.

Під час конференції проведена виставка зварювального обладнання та технологій, зварювальних матеріалів, засобів неруйнівного контролю під назвою «Зварювання та споріднені технології» в демонстраційній залі ІЕЗ ім. Є.О. Патона.

По завершенню конференції учасники відвідали ТОВ «Фроніус Україна» і ТОВ «Патон Інтернешнл».

Олександр Зельніченко,
Володимир Ліподаєв



Під час сесії стендових доповідей

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ ЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

(спогади В.О. Троїцького)

Я бував багато разів з Борисом Євгеновичем у різних відрядженнях – у Москві, Харцизьку, Донецьку, Вискі, Копенгагені, Лондоні та інших містах, виконував його доручення.



Борис Євгенович був другом, цікавим співрозмовником і в той же час жорстким прагматиком, був не терплячим до невігластва. Саме завдяки його природній чарівності, а також розумінню проблем регулювання в силовій електротехніці я переїхав до Києва на його запрошення.

З благословення та за підтримки Бориса Євгеновича Патона в ІЕЗ було розвинене багато електротехнічних ідей (магнітна комутація, модуляція зварювального струму, резонансні джерела струму, плавне регулювання струму та напруги без силових напівпровідників в основних електричних ланцюгах і т.п.) і передові дефектоскопічні ідеї. Завдяки йому ІЕЗ був «меккою» не тільки зварювання та спеціальної електрометалургії, але й дефектоскопії!

Думаю, що мої спогади про довгі роки тісного спілкування з Борисом Євгеновичем доповнять портрет цього великого вченого, який зіграв важливу роль у розвитку науки, який був і залишиться назавжди головним дефектоскопістом країни. У мене з Борисом Євгеновичем склалися дуже теплі людські відносини. Нас поріднювала саме та обставина, що він був за освітою, як і я, електромеханіком. Борис Євгеновичу подобалися електротехнічні ідеї.

Було у нього багато і науково-фантастичних ідей, такі, як електростанції прибою (сила прибою, приливу та відливу), створення механічних акумуляторів для автомобілів та залізничного рухомого складу, в яких накопичується енергія під час гальмування за рахунок її рекуперації і т.п.

Тоді ще Ілона Маска з електромобілями не було, а ми вже обговорювали проблеми накопичення та витрати електроенергії при різних формах руху та їх рішення. Індивідуальний електротранспорт досі стримують світові нафтові магнати!

Ми обговорювали і багато інших електротехнічних ідей, наприклад, холодні джерела світла і т.п. Однак електродинаміку він приніс у жертву, перекинувши мене на іншу справу, з якою я був не знайомий. За проханням Бориса Євгеновича я був змушений зайнятися зовсім іншою наукою та витягати Держзамовлення. Понад п'ять років найкращі спеціалісти Інституту електрозварювання на чолі з його директором займалися пуском другого цеху Харцизького трубного заводу (ХТЗ). У жертву цій справі було принесено дуже багато чого, в тому числі і наш електротехнічний напрямок з всесвітньо визнаними досягненнями.

Наші успіхи з неруйнівного контролю якості зварних з'єднань при виробництві труб високого тиску для магістральних газопроводів на ХТЗ надихнуло Бориса Євгеновича поправити стан справ з дефектоскопією в інших галузях.

Мало кому відомо, що до 70-го року минулого століття поняття «дефектоскопія» в нашій країні відносилось до астрономії, оскільки основний фахівець з цієї професії – проф. Міхеев М.М. був чл.-кор. відділення астрономії. Я неодноразово їздив в закордонні відрядження (Англію, Німеччину, Югославію та ін.) саме від цього відділення і звітував перед астрономами про результати поїздки.

Організації Міністерства приладобудування, які розробляли дефектоскопічне обладнання, знаходились у Кишиневі, Мінську, Москві, Свердловську, Ленінграді, Нальчику. Цей науковий напрям, на жаль, повільно розвивався в Україні. Ці



Б.Є. Патон з керівництвом ІЕЗ

та інші проблеми дефектоскопічного напрямку, непритаманні зварюванню, взявся виправляти Борис Євгенович. Для цього необхідно було підготувати відповідні Постанови Кабінету Міністрів, ДКНТ СРСР і України, а також провести колосальну роботу з реалізації цих Постанов (№№ 142 і 457), створити Програму з розвитку в Україні дефектоскопічного напрямку, вигадати гідну назву для цієї професії тощо. Тому нашому колективу разом з відповідними НДІ різних відомств країни довелося готувати спочатку Постанови ДКНТ і КМ СРСР, а потім всі ці положення відтворювати в Україні через Постанови НАНУ і КМ УРСР.

У 1984 р. в НАН України було затверджено Програму по ТДНК, яку виконували 26 НДІ різної відомчої приналежності. Ми почали періодично випускати збірник праць з ТДНК, на основі якого пізніше організували випуск журналу «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», почали випускати в Росії журнали «Діагностика і контроль», «В світі НК», а пізніше журнал «Територія NDT» за участю 11 країн, включаючи Ізраїль. З подачі Бориса Євгеновича в ІЕЗ з'явилися нові дефектоскопічні напрямки, такі, як електрорентгенографія, електромагнітоакустичний УЗК, магнітографія.

Можливість появи зварних з'єднань низької якості, наявність специфічних зон термічного впливу, деградація структури металу до сих пір приводять до того, що найвідповідальніші конструкції (укриття на ЧАЕС, літаки і т.п.) виготовляють майже без зварювання. Тому не випадково наш інститут під керівництвом Б.Є. Патона став провідною організацією з розвитку дефектоскопії. З часом наш авторитет піднявся до такого рівня, що ми й досі на безплатній основі отримуємо професійні журнали США, Німеччини, Англії, Італії, Японії та ін.

Б.Є. Патон так розворушив тему дефектоскопії, що в 1984 році було створено Наукову раду з назвою «Технічна діагностика та неруйнівний контроль» при Президії НАНУ. Ця науковий рада підготувала Програму, що дало поштовх на консолідацію та розвиток НК в УРСР. На основі цієї Програми в січневому номері 1987 року «Вісник Академії наук Української РСР» було опубліковано основну статтю академіка Б.Є. Патона «Неруйнівний контроль і надійність технічних об'єктів». У назві цієї Програми та статті ще немає слів «технічна діагностика». Дані слова народжувалися у пошуках і з'явилися пізніше. Це особлива ідея Б.Є. Патона, який розумів, що дефектоскопія далеко не все, що необхідно. Потрібна ще діагностика. Багато розмов було про слово «технічна».

Протягом 1992-1993 рр. було сформовано нову Програму, яка вже мала назву «Технічна діагностика та неруйнівний контроль». Ця програма включала вже 263 проєктів і 160 організацій-викон

навців. Програма була затверджена ДКНТ і НАН України. Так, в переліку головних напрямків розвитку науки і техніки України з'явилася тема «Діагностичне забезпечення надійної та ефективної експлуатації енерго- і ресурсоемних машин» і, починаючи з 1995 р., з'явилась тема «Неруйнівний контроль та технічна діагностика».

Б.Є. Патон очолював комітет ТК-78 Держстандарту, який займався гармонізацією національної науково-технічної документації в області технічної діагностики та неруйнівного контролю та відповідності її міжнародним стандартам, які виробляються комітетом ТК-135 ISO. Так, нами видано більше 90 стандартів з різних методів НК.

З ініціативи Бориса Євгеновича у 1994 році спільним наказом № 172/64/106/221 від 7 липня 1994 р. Міністерства освіти України, Національної академії наук України, Комітету України по нагляду за охороною праці та Державного комітету України по нагляду в атомній промисловості в структурі УТНКТД був створений Національний атестаційний комітет (НАК) України з неруйнівного контролю. Головним завданням НАК є організація системи сертифікації персоналу, яка відповідала б міжнародним стандартам.

Пригадую як наші співробітники – Демидко В.Г. і Кір'янова Н.А. чергували біля основних Кремлівських воріт (Спаських, Боровицьких), звідки виходили депутати Верховної Ради колишнього СРСР, для того, щоб привести Бориса Євгеновича в Московський НДІ інтроскопії (НДІН), де ми проводили численні наради з основними учасниками комісії Державного комітету з науки і техніки СРСР (ДКНТ), з відповідальними виконавцями підготовлених нами Постанов КМ і ДКНТ №№ 142 і 457.

Багато питань виконання і коригування Постанов вирішувалися телефонними дзвінками Бориса Євгеновича з кабінету академіка Ключова В.В.



Завдяки Б.Є. Патону, ми були першими в країні, хто створив власне республіканське науково-технічне суспільство з НК, яке об'єднало професіоналів. Одним з головних напрямків роботи УТНКТД є консолідація фахівців в області фізичних методів контролю якості зварних з'єднань, матеріалів і виробів.

Розповім кілька епізодів з нашої поїздки до Данії. Наш відділ багато років дружив з Данським товариством NDT, данськими фірмами «Migatronik», «Force», «Jom». Почалася ця дружба з часів, коли я займався регульованими джерелами струму для зварювання та інших технологічних процесів. Ця діяльність була близька основному виробнику подібного обладнання в Данії – фірмі «Migatronik».

У нас була загальна програма з виробництва джерел струму, регульованих магнітною комутацією, основні патенти по якій належать Україні. Трохи пізніше, коли у нас активізувався дефектоскопічний напрям, ми подружилися і з академічною організацією Данії – інститутом «Force», який за своєю структурою нагадує ІЕЗ ім. Є.О. Патона. В інституті «Force» розташовувалася і штаб-квартира Данського товариства неруйнівного контролю (DNDT).

Інститут «Jom» є аналогом міжнародного інституту зварювання (MIS). «Jom» – громадський інститут, яким керують англійці, проводить щорічні конференції. Конкуруючи з MIS, цей інститут об'єднував багато НДІ різних країн. Довгий час більшість заходів інституту «Jom» проходило за участю нашого відділу.

Борис Євгенович всіляко сприяв нашим контактам з данськими організаціями, підтримував наші тривалі відрядження до цієї країни, в тому числі і за участі технологів Дослідного заводу зварювального устаткування ІЕЗ. Так ми працювали багато років, поки особливі обставини, пов'язані з ЧАЕС, не змусили Бориса Євгеновича взяти особисту участь у черговій нашій поїздки в інститут «Jom», відвідати фірми «Migatronik» і «Force».

Борис Євгенович ніколи раніше не був на батьківщині своїх предків, що підігрівало його інтерес до цієї поїздки. Якщо минулі відрядження ми організовували самостійно по лінії Українського та Данського товариств НК, то цю поїздку міжакademічного плану організував Білодед Р.М. саме як міждержавний візит.

У Данії існують кілька академій. Ми потрапили до Академії літератури, історії та пошти, в якій немає технічних НДІ. Проте, ми змогли побувати у всіх цікавих для нас організаціях і провели важливу для України роботу.

В інституті «Force» Борис Євгенович підписав всі необхідні папери про спільні роботи по запобі-

ганню наслідків аварії на ЧАЕС та спільних заходах щодо вдосконалення діагностики устаткування, що експлуатується на АЕС.

На фірмі «Migatronik», яка виробляє зварювальне обладнання, ми підвели підсумки по спільному виробництву зварювальних джерел, регульованих магнітною комутацією за нашими патентами.

Особливо цікавою було наша участь в роботі шостої сесії інституту «Jom», де я виступив з доповіддю по наших спільних роботах з фірмами «Migatronik» і «Force».

З великим натхненням присутні вітали Бориса Євгеновича Патона. Всі ці дні ми жили на базі інституту «Jom». По місту нас возив на власному автомобілі співробітник інституту «Force», однофамілець Бориса Євгеновича – Курт Патон. У Данії це дуже поширене прізвище.

З Данії ми відлітали так само непросто, так як наш літак через погані метеоумови змінив курс і був приземлений в аеропорту Хітроу (Англія), де ми очікували 9 годин на відкриття аеропорту Бориспіль. Тут нас знайшов посол України в Англії С. Комісаренко і українці, які мешкають в Англії. З усією цією публікою Борис Євгенович дуже швидко знайшов спільну мову. В результаті були і пісні, і вірші, які прекрасно читав Борис Євгенович. Як виявилось він добре знав і пам'ятав ранні ліричні вірші П.Г. Тичини.

Після цієї поїздки у нас активізувалися контакти з данськими науковими організаціями, в яких побував Борис Євгенович. В Україні мало хто знає про діяльність інституту «Jom». Правильна назва цієї міжнародної організації – Informational Institute of Welding (IIW). У 2019 р. ця організація проводила 20-ту конференцію на своїй базі в м. Helsingor, на якій свого часу працювали і ми з Борисом Євгеновичем.

Борис Євгенович гаряче підтримав створення міжнародної академії дефектоскопії (ANDTI), членом якої він був, установчі збори якого відбулися в м. Брешія (Італія) в Соборі Святого Павла. Не всі міжнародні наукові діячі були такими, як Борис Євгенович, здатними зрозуміти важливість створення ANDTI. Почалося цькування президента ANDTI проф. G. Nardony, яке він важко переносив.

До 2011 року серйозно зміцніла опозиція проти ANDTI, яка дорікала академікам ANDTI в дублюванні діяльності EFNDT і ICNDT, і це було схоже на правду. Статути цих організацій були дуже схожі. На збори в Угорщині в м. Егеге приїхало досить багато академіків. На конференції була хороша виставка, на якій я зустрівся зі знаменитим Янишевим, постачальником АЕ обладнання в Україну, і багато чого дізнався про схему впровадження обладнання АЕ в Україні, якому Борис Євгенович надавав великого значення.

Напередодні будь-якого великого суспільного заходу зазвичай засідає Оргкомітет, на якому планується регламент, обговорюється порядок проведення майбутніх зборів. Для цього і зібрався Оргкомітет ANDTI. Його відкрив президент G. Nardony з сумним повідомленням, що погані люди сильно критикують ANDTI, необхідність існування такої Академії. Роль науково-технічних товариств EFNDT (Європи) і ICNDT (всієї планети) не може замінити і конкурувати зі зборами вечірніх NDT. Приклад діяльності Бориса Євгеновича викликав інтерес у академіків ANDTI. Усі вони чули про цю людину та поважали його.

Борис Євгенович був членом багатьох академій наук і надавав великого значення фундаментальним академічним наукам, які тільки за деякий час дають практичні результати. Він був членом і ANDTI, знав G. Nardony. Тому, коли ми Борису Євгеновичу розповіли про нашу перемогу в Угорщині, він був щасливий. Борису Євгеновичу зрозуміло було все людське, в тому числі і причини, через які діячі EFNDT і ICNDT намагалися провалити ANDTI.

Борис Євгенович умів дружити з «сильними світу цього». Цей його дар приносив велику користь всій нашій команді. На фото відображено його контакт з Л.Д. Кучмою, якого він просив сприяти УТНКТД в проведенні робіт на «Південмаші». Б.Є. Патон і Л.Д. Кучма зіграли важливу роль в становленні дефектоскопії. Якщо Борис Євгенович це робив, розуміючи, що без НК обійтися не можливо, а Леонід Данилович довгі роки дозволяв нам проводити конференції з дефектоскопії на його базі під м. Дніпро, підтримував нашу роботу з КБ «Південмаш».

Борис Євгенович дуже пишався цими досягненнями, в яких сконцентровані багаторічні роботи Інституту. Так, за допомогою тангенціального просвічування може бути визначено профіль

стінки труби, товщина ізоляції та її прилягання до труби. Цією технологією володіє тільки ІЕЗ.

Борис Євгенович придавав велике значення розвитку АЕС. Він з президентом Академії наук СРСР А.П. Александровим проводили великі наради на ЗАЕС, куди приїжджало багато фахівців різного профілю з усієї величезної країни, яка називалася СРСР, обговорювалися і замовлялися багато питань, у тому числі й неруйнівний контроль.

Свого часу в Харцизькому і Висунському трубних цехах Борис Євгенович бував в камерах рентген-телевізійного контролю (РТК), який є остаточним в долі труби. У цих камерах стояли установки РТК. Тому особливою гордістю Бориса Євгеновича були наші досягнення в створенні мініатюрного портативного цифрового рентгенологічного обладнання на основі високочутливих ПЗС-матриць, флуоресціюючих екранів і твердотільних мініатюрних R-перетворювачів, які на порядок менші ніж ті, що він бачив раніше.

Відсутність проміжних носіїв інформації (плівок, п/п пластин) на порядок підвищує продуктивність, дозволяє вести контроль в реальному часі і в кілька разів знижує вартість контролю. Борису Євгеновичу довелося перебувати в багатьох різних медичних центрах, багаторазово обстежуватися різними радіаційними методами, де він звернув увагу на відсутність там в останні роки плівкової радіографії. Я обіцяв йому, що цього ми доб'ємося і в зварювальній справі. Тому ми інтенсивно працюємо над безплівковою радіографією. Борис Євгенович допоміг нам придбати мініатюрний стоматологічний японський перетворювач і ми почали реалізувати для промисловості цифрові технології без плівки. Технологія на основі твердотільних або оптоелектронних перетворювачів. Такі технології після комп'ютерної обробки цифрових зображень дають можливість отримати чутливість до 0,1% і проводити вивчення об'єкта в русі.



СУЧАСНЕ ЗАСТОСУВАННЯ СТАНДАРТІВ З НК

Роз'яснення Міністерства економічного розвитку і торгівлі України з питань застосування стандартів, у тому числі в зв'язку зі скасуванням міждержавних стандартів (ГОСТ)

Ціль щодо скасування міждержавних стандартів, розроблених до 1992 року (далі – ГОСТ), визначена Програмою діяльності Кабінету Міністрів України, затвердженою постановою Кабінету Міністрів України від 09.12.2014 № 695 та схваленою постановою Верховної Ради України від 11.12.2014 № 26-VIII (далі – Програма).

З метою зниження ризиків для суб'єктів господарювання Мінекономрозвитку завчасно було запропоновано зацікавленим сторонам зокрема опрацювати питання щодо:

- скасування ГОСТ, які втратили актуальність;
- розробки національних нормативних документів (стандартів, кодексів усталеної практики (далі – національні стандарти) на заміну відповідних ГОСТ;
- розробки стандартів, кодексів усталеної практики, технічних умов (далі – стандартів) підприємств, установ, організацій, що здійснюють стандартизацію (далі – підприємство), якщо підприємства застосовують положення цих ГОСТ.

Відповідна інформація 27.03.2015 розміщена на веб-сайті державного підприємства «Український науково-дослідний і навчальний центр проблем стандартизації, сертифікації та якості» (далі – ДП «УкрНДНЦ»), яке виконує функції національного органу стандартизації (розпорядження Кабінету Міністрів України від 26.11.2014 № 1163-р «Про визначення державного підприємства, яке виконує функції національного органу стандартизації»).

На виконання Програми ДП «УкрНДНЦ» скасував усі чинні в Україні ГОСТ (із певними датами скасування, зокрема з 2016, 2017, 2018 та 2019 року). Відповідна інформація розміщена на веб-сайті ДП «УкрНДНЦ».

До Мінекономрозвитку та ДП «УкрНДНЦ» надходять запитання від виробників щодо умов застосування стандартів, у тому числі ГОСТ, які скасовано. Нижче наводимо запитання, з яким найбільш частіше зверталися виробники, та надаємо роз'яснення на них.

Чи можна виробникам користуватися скасованими ГОСТ?

Якщо ГОСТ скасовано національним органом стандартизації, він вже не має статусу нормативного документу, а являє собою звичайний «текст». Але слід враховувати і те, що стандарт встановлює для загального і неодноразового використання правила, настанови або характеристики щодо діяльності чи її результатів та спрямований на досягнення оптимального ступеня впорядкованості в певній

сфері. Тобто за умови добровільності застосування стандарту, але з метою мати будь-які інструкції, правила тощо, які впорядковують діяльність у той чи іншій сфері, може застосовуватися не чинний ГОСТ (національний стандарт), якщо на нього не передбачається робити посилання.

При цьому слід зазначити, що пунктом 2 розділу VI «Прикінцеві та перехідні положення» Закону визначено, що міждержавні стандарти (ГОСТ), що діяли на момент набрання чинності Угоди про проведення узгодженої політики в галузі стандартизації, метрології і сертифікації від 13 березня 1992 року, застосовуються як національні стандарти до їх заміни на національні стандарти чи скасування в Україні.

Враховуючи вищезазначене, можна сказати, що виробники можуть застосовувати скасовані ГОСТ у своїй господарській діяльності та для своїх професійних потреб як звичайні інструкції, правила тощо, але не можуть робити посилання на такі ГОСТ, тому що вони не є чинними та не визнані національними органом стандартизації.

Виробник має усвідомлювати переваги застосування чинного національного стандарту, який розроблено відповідним технічним комітетом стандартизації з дотриманням процедур стандартизації, який відповідає законодавству, до якого вчасно внесені зміни, який адаптований до сучасних досягнень науки і техніки, вимогам міжнародних, регіональних стандартів та сприяє підвищенню конкурентоспроможності продукції.

Що робити, якщо вимоги прийнятих на заміну ГОСТ стандартів нижчі, ніж були у скасованому? Чи варто знижувати якість?

ДСТУ 1.1:2015 (ISO/IEC Guide 2:2004, MOD) «Національна стандартизація. Стандартизація та суміжні види діяльності. Словник термінів» визначає термін «вимога», як положення, що містить критерії, яких потрібно дотримуватися. Якщо вимога стосується якості продукції, звісно не потрібно знижувати свої можливості, а навпаки використовувати свої переваги під час просування продукції на ринку та застосовувати також інші елементи конкурентної боротьби.

Який із стандартів вважати обов'язковим?

Перш за все слід розглянути питання, яке стосується рівнів стандартизації, визначених Законом. Тобто Законом встановлено два рівні стандартизації залежно від рівня суб'єкта стандартизації, що приймає стандарти: національні стандарти, прийняті національними орга-

ном стандартизації та стандарти, прийняті підприємствами.

Статтею 23 Закону визначено, що національні стандарти застосовуються на добровільній основі, крім випадків, якщо обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами. Якщо розглядати питання обов'язковості стандартів у площині господарської діяльності суб'єктів господарювання, то відповідно до частини другої статті 15 Господарського кодексу України застосування стандартів чи їх окремих положень є обов'язковим для:

- суб'єктів господарювання, якщо обов'язковість застосування стандартів встановлено нормативно-правовими актами;
- учасників угоди (контракту) щодо розроблення, виготовлення чи постачання продукції, якщо в ній (ньому) є посилання на певні стандарти;
- виробника чи постачальника продукції, якщо він склав декларацію про відповідність продукції певним стандартам чи застосував позначення цих стандартів у її маркуванні.

Слід звернути увагу на положення, визначені пунктом 3 розділу VI «Прикінцеві та перехідні положення» Закону, які стосуються того, що ще 15 років (з дня набрання чинності Законом) будуть чинні галузеві нормативні документи (стандарти, кодекси ustalеної практики та технічні умови, прийняті центральними органами виконавчої влади до набрання чинності цим Законом, а також галузеві стандарти (ОСТ) та прирівняні до них інші нормативні документи колишнього СРСР, галузеві стандарти України (ГСТУ)).

Галузеві нормативні документи також застосовуються на добровільній основі, крім випадків, якщо обов'язковість їх застосування встановлена нормативно-правовими актами. Під час застосування стандарту, який є обов'язковим, слід також врахувати те, що стандарти містять посилання на інші стандарти, положення яких становлять разом сутність цього стандарту, і вимог таких стандартів слід також дотримуватись.

Якими нормативними документами слід користуватись, якщо певний ГОСТ скасовано? Що робити, якщо не має стандарту на заміну скасованого ГОСТ?

Як було зазначено вище у роз'ясненні щодо першого питання, за умови добровільності застосування стандарту, але з метою мати будь-яку інструкцію, правила тощо, які упорядковують діяльність у той чи іншій сфері, може застосовуватися не чинний стандарт, якщо на нього не передбачається робити посилання у відповідній сфері діяльності.

У разі, якщо суб'єкт господарювання має наміри застосувати стандарт та використовувати його позначення, а потрібний йому ГОСТ скасо-

вано, необхідно знайти заміну такому документу. Для цього можна звернутися до Національного фонду нормативних документів (ДП «УкрНДНЦ», вул. Святошинська, 2, тел. 450-06-82). Каталог національних нормативних документів розміщено на офіційному веб-сайті ДП «УкрНДНЦ». Загальна кількість національних стандартів на сьогодні становить 15133 документи.

ДП «УкрНДНЦ» також має доступ до всіх міжнародних та європейських стандартів. Міжнародні стандарти можна придбати в ДП «УкрНДНЦ» або звернутися безпосередньо до міжнародних організацій стандартизації. Але тут потрібно звернути увагу на питання застосування цих стандартів на національних територіях, і самим швидким та дешевим способом їх застосування є прийняття міжнародного або європейського стандарту як національного (наприклад, мовою оригіналу, або методом перекладу).

Тобто законодавство передбачає низку механізмів для отримання необхідного стандарту, враховуючи те, що використавши право, надане підприємству вищезазначеною нормою Закону, суб'єкт господарювання має право отримати свій власний документ, розроблений за своїми власними правилами.

У завершенні цього блоку питань щодо застосування стандартів слід підкреслити переваги, які надають стандарти, враховуючи, що вони встановлюють вимоги, у разі дотримання яких, буде отримано визначений результат. Стандартизація надає можливість нарощування виробничого потенціалу підприємств, створення прогресивних технологій і нових видів високоякісної продукції для того, щоб у міру розвитку вітчизняного ринку та інтеграції у світову економіку розширювати частку української продукції на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Зокрема, застосування стандартів можна розглядати як частину ділової практики кожного суб'єкта господарювання, яка має допомогти:

- раціонально використовувати технічні та людські ресурси;
- враховувати та розвивати правила техніки безпеки та умови захисту природного довкілля;
- зменшувати невиправдане розмаїття, спростити роботу з оформленням замовлення чи підготовки контракту;
- звести до мінімуму витрати на розроблення конструкторської та технологічної документації;
- узгодити організаційні, виробничі та експлуатаційні процеси з економічною вигодою;
- забезпечити технічне обслуговування машин, устаткування, систем тощо;
- забезпечити сумісність продукції та процесів.

Джерело: сайт Мінекономрозвитку України

Міждержавні стандарти з НК, чинність яких в Україні скасовано

Позначення	Назва	Чинність скасовано з
ГОСТ 7512-82	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Радиографический метод	2019-01-01
ГОСТ 14782-86	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Методы ультразвуковые	2019-01-01
ГОСТ 17410-78	Контроль неразрушающий. Трубы металлические бесшовные цилиндрические. Методы ультразвуковой дефектоскопии	2019-01-01
ГОСТ 18353-79	Контроль неразрушающий. Классификация видов и методов	2019-01-01
ГОСТ 20415-82	Контроль неразрушающий. Методы акустические. Общие положения	2019-01-01
ГОСТ 20426-82	Контроль неразрушающий. Методы дефектоскопии радиационные. Область применения	2019-01-01
ГОСТ 21104-75	Контроль неразрушающий. Феррозондовый метод	2018-01-01
ГОСТ 21105-87	Контроль неразрушающий. Магнитопорошковый метод	2021-01-01
ГОСТ 21397-81	Контроль неразрушающий. Комплект стандартных образцов для ультразвукового контроля полуфабрикатов и изделий из алюминиевых сплавов. Технические условия	2019-01-01
ГОСТ 22238-76	Контроль неразрушающий. Меры образцовые для поверки толщиномеров покрытий. Общие положения	2019-01-01
ГОСТ 23055-78	Контроль неразрушающий. Сварка металлов плавлением. Классификация сварных соединений по результатам радиографического контроля	2019-01-01
ГОСТ 23479-79	Контроль неразрушающий. Методы оптического вида. Общие требования	2019-01-01
ГОСТ 23480-79	Контроль неразрушающий. Методы радиоволнового вида. Общие требования	2018-01-01
ГОСТ 23483-79	Контроль неразрушающий. Методы теплового вида. Общие требования	2018-01-01
ГОСТ 23667-85	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы ультразвуковые. Методы измерения основных параметров	2019-01-01
ГОСТ 23702-90	Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Методы испытаний	2019-01-01
ГОСТ 23829-85	Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 24034-80	Контроль неразрушающий радиационный. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 24289-80	Контроль неразрушающий вихретоковый. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 24450-80	Контроль неразрушающий магнитный. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 24507-80	Контроль неразрушающий. Поковки из черных и цветных металлов. Методы ультразвуковой дефектоскопии	2021-01-01
ГОСТ 24521-80	Контроль неразрушающий оптический. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 24522-80	Контроль неразрушающий капиллярный. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 25113-86	Контроль неразрушающий. Аппараты рентгеновские для промышленной дефектоскопии. Общие технические условия	2019-01-01
ГОСТ 25225-82	Контроль неразрушающий. Швы сварных соединений трубопроводов. Магнитографический метод	2018-01-01
ГОСТ 25313-82	Контроль неразрушающий радиоволновой. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 25314-82	Контроль неразрушающий тепловой. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 25315-82	Контроль неразрушающий электрический. Термины и определения	2019-01-01
ГОСТ 25714-83	Контроль неразрушающий. Акустический звуковой метод определения открытой пористости, кажущейся плотности, плотности и предела прочности при сжатии огнеупорных изделий	2019-01-01
ГОСТ 25997-83	Сварка металлов плавлением. Статистическая оценка качества по результатам неразрушающего контроля	2019-01-01
ГОСТ 26114-84	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы на базе ускорителей заряженных частиц. Основные параметры и общие технические требования	2019-01-01
ГОСТ 26126-84	Контроль неразрушающий. Соединения паяные. Ультразвуковые методы контроля качества	2019-01-01
ГОСТ 26170-84	Контроль неразрушающий. Приборы радиоволновые. Общие технические требования	2018-01-01
ГОСТ 26182-84	Контроль неразрушающий. Люминесцентный метод течеискания	2018-01-01
ГОСТ 26266-90	Контроль неразрушающий. Преобразователи ультразвуковые. Общие технические требования	2019-01-01
ГОСТ 27333-87	Контроль неразрушающий. Измерение удельной электрической проводимости цветных металлов вихретоковым методом	2018-01-01
ГОСТ 27750-88	Контроль неразрушающий. Покрытия восстановительные. Методы контроля толщины покрытий	2019-01-01
ГОСТ 27947-88	Контроль неразрушающий. Рентгенотелевизионный метод. Общие требования	2019-01-01
ГОСТ 28277-89	Контроль неразрушающий. Соединения сварные. Электрорадиографический метод. Общие требования	2019-01-01
ГОСТ 28369-89	Контроль неразрушающий. Облучатели ультрафиолетовые. Общие технические требования и методы испытаний	2019-01-01
ГОСТ 28517-90	Контроль неразрушающий. Масс-спектрометрический метод течеискания. Общие требования	2019-01-01
ГОСТ 28702-90	Контроль неразрушающий. Толщиномеры ультразвуковые. Общие технические требования	2019-01-01
ГОСТ 29025-91	Контроль неразрушающий. Дефектоскопы рентгенотелевизионные с рентгеновскими электронно-оптическими преобразователями и электрорадиографические. Общие технические требования	2018-01-01

Підготовлено А.Л. Шекерою
за сприяння ДП «УкрНДНЦ»

ПРИСТРІЙ «ВВК/ТВА-1» ДЛЯ ШВИДКОГО І ТОЧНОГО ВІЗУАЛЬНОГО КОНТРОЛЮ ПРОТЯЖНИХ МЕТАЛОКОНСТРУКЦІЙ

Утворення тріщини, корозійна поразка та старіння металу є основними проблемами довго експлуатованих металоконструкцій. Наявність цих грубих поверхневих дефектів [1] може вказати на характер і місце можливого руйнування конструкції, з огляду на те, що різні дефекти мають певні домінуючі причини їх утворення.

Візуально-вимірювальний контроль (ВВК) є основним методом з усіх видів неруйнівного контролю (НК). Після цього формуються усі вимоги до подальших робіт, вирішуються організаційні питання виконання інших методів НК. ВВК є оперативним методом НК. За допомогою простого, на перший погляд, зовнішнього огляду контролюю-

ють усі зварні з'єднання, а також інші промислові об'єкти, які знаходяться в роботі. За результатами візуально-вимірювального контролю оцінюється якість і стабільність технологічного процесу, виготовлення або ремонту металоконструкцій та інших об'єктів. Перевагою візуального контролю є простота використання даного методу, а проблематика – фіксування результатів проведення робіт. Трапляються випадки, коли описуються дефектні зони без додавання фото або відео матеріалу у вигляді додатка замовнику [2, 3]. Подалі це може бути причиною непорозуміння між замовником та виконавцем або в випадку низької кваліфікації дефектоскопіста чи фізичної втоми людини, яка в результаті надасть недостовірні результати, це може привести до трагічних наслідків. Тому проблематика даного методу діагностики – висока залежність від людського фактору.

Наведений на рис. 1 прилад [4, 5] візуального контролю має веб-камеру і смартфон (планшет) в якості монітора для спостереження, відображення, запису та для передачі інформації через Інтернет. На сьогодні процедури візуальної діагностики пов'язані з монотонними однотипними діями, що призводить до пропусків дефектів. Достовірність візуального контролю в значній мірі залежить від людського фактору – уважності, стомленості, а також залежності, зацікавленості, тобто немає об'єктивності. Застосування даного пристрою [6] допоможе класифікувати шви за стандартами ISO 5817:2014 «Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів».

На рис. 2 в якості монітора та реєстратора показаний смартфон, який утримується на приладді за допомогою магнітної пластини, вмонтованої в його чохол. На рис. 2 позначено: 1а, 1б – світло-лазерне підсвічування ширини зварного шва околошовної зони; 2а, 2б, 2в – регулювальні гвинти для регулювання ширини та висоти світло-лазерного підсвічування;



Рис. 1. Пристрій для візуального контролю ВВК/ТВА-1

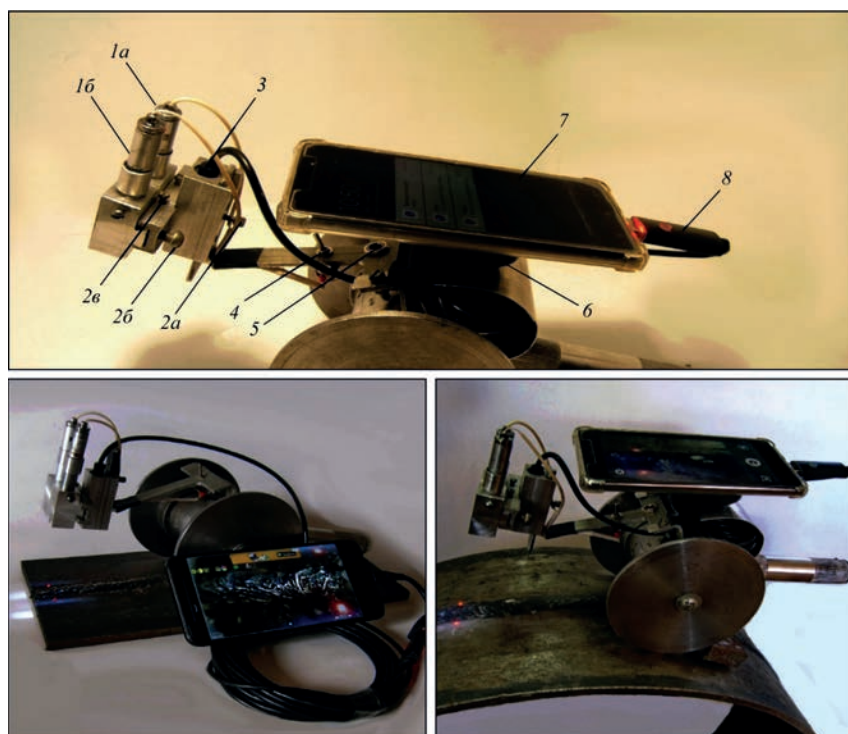


Рис. 2. Зовнішній вигляд ВВК/ТВА-1

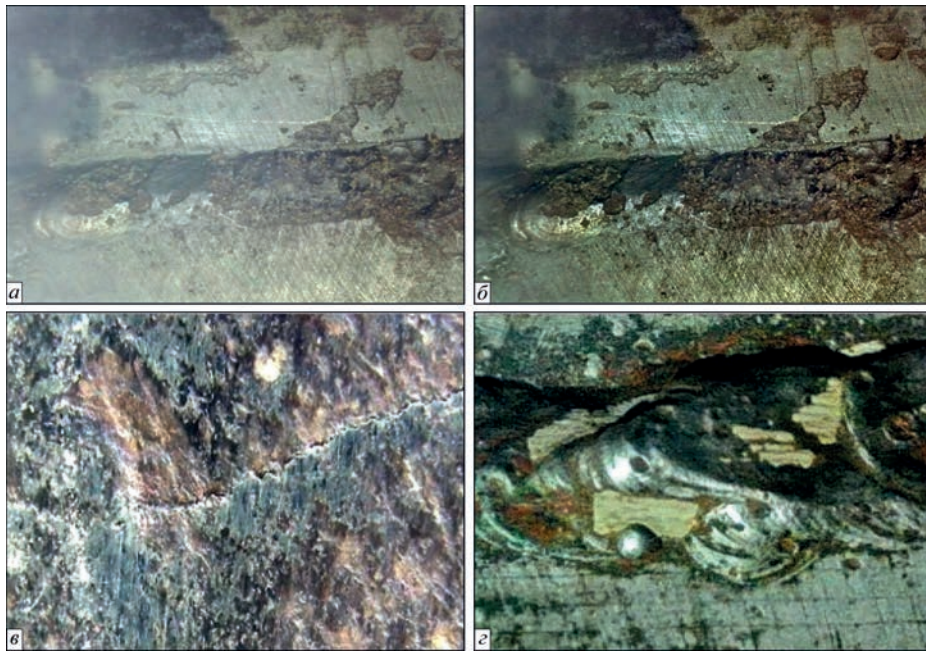


Рис. 3. Результати дослідження ВВК/ТВА-1: а – оригінал зображення зварного з'єднання; б – після обробки зображення; в – оригінал зображення дефекту типу тріщина; г – зварне з'єднання після обробки зображення. Роздільна здатність 1600×1200 пікселів

3 – відеокамера з підсвічуванням, розташування якої регулюється по висоті; 4 – тумблер включення світло-лазерного підсвічування; 5 – роз'єм для зарядки акумулятора; 6 – магнітний тримач для смартфона (планшета); 7 – смартфон; 8 – роз'єм USB/microUSB з підсвічуванням, що вмикається; 9 – ручка-контейнер, всередині якої знаходяться акумулятори. За допомогою запропонованого пристрою спрощується і прискорюється візуальний контроль. Цей пристрій легко переміщується вздовж зварного з'єднання. Конструкція платформи приладу може виготовлятися з урахуванням геометричних особливостей об'єкта. Прилад дозволяє записувати з коментарями всю інформацію про поверхні зварного шва з подальшим архівуванням і передачею цієї інформації замовнику.

Запис фото і відео процесу відбувається за допомогою стандартної програми виробника смартфона (планшета). При виконанні збору даних камера перебуває на відстані від поверхні зварного шва близько 5...8 см, при цьому зображення шва має дворазове збільшення. Відеозапис відбувається при швидкості не більше 3 м/хв. Роботу пристрою в фото режимі необхідно проводити при повній зупинці над передбачуваним дефектом. Результати проведення дослідження показані на рис. 3.

Застосування систем рухомих оптико-електронних перетворювачів, за допомогою яких легко встановлюється оцінка відповідності за ДСТУ ISO 5817, дає можливість:

- зменшити вплив людського фактора, присутнього при ВВК, за допомогою фото та відео запису в ручному варіанті;

- підвищити надійність і точність контрольно-діагностичного процесу на основі аналізу автоматизованого ВВК;

- забезпечити захист інформації, архівування та аналіз за допомогою цифрових комп'ютерних програм;

- здійснити бездротову передачу звітності по Wi-Fi, Bluetooth, Інтернет каналам і забезпечити розмітку на об'єкті контролю місць, де необхідно використовувати радіографічний та ультразвуковий НК.

Використані джерела:

1. ДСТУ EN ISO 17637:2017 *Невтрушаючий контроль сварних швов. Візуальний контроль соединений, выполненных сваркой плавлением* (EN ISO 17637:2016, IDT; ISO 17637:2016, IDT).
2. ДСТУ EN ISO 6520-1:2015 *Сварка и родственные процессы. Классификация геометрических дефектов в металлических материалах. Часть 1. Сварка плавлением* (EN ISO 6520-1:2007, IDT; ISO 6520-1:2007, IDT).
3. ДСТУ ISO 5817:2016 *Зварювання. Зварні шви під час зварювання плавленням сталі, нікелю, титану та інших сплавів (крім променевого зварювання). Рівні якості залежно від дефектів*.
4. Троицкий В.А. (2018) Візуально-измерительний контроль протяжених металокопункцій на основі подвижних магнитних систем. *Методы та прилади контролю якості*, 1(40), 5–14.
5. Троицкий В.А. (2013) *Подвижное намагничивающее устройство для дефектоскопии протяженных конструкций*. Україна, Пат. 82447 от 12.08.2013.
6. Троицкий В.А., Литвиненко В.А. (2019) Устройства для быстрого и точного визуального контроля протяженных металлоконструкций. *Сварщик*, 4, 38–40.

Троїцький В.О., Литвиненко В.А.,
ІЕЗ ім. С.О. Патона НАНУ, Київ, Україна

ДАТИ, ПОДІЇ, ФАКТИ З ІСТОРІЇ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ*

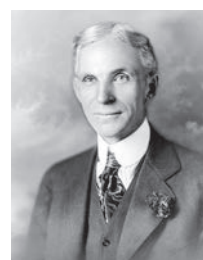
28 березня 1996 р. Олександр В'ячеславович Павлій зареєстрував Науково-виробничу фірму «Діагностичні прилади». Сьогодні це підприємство є одним з основних поставальників в Україну сучасного обладнання та матеріалів для багатьох видів технічного контролю. В складі фірми працює також випробувальна лабораторія з неруйнівного контролю та навчальний центр персоналу, що працює в галузі неруйнівного контролю

**Діагностичні
Прилади**
НАУКОВО-ВИРОБНИЧА ФІРМА

4 квітня 1973 року закінчилося будівництво Всесвітнього торгового центру в Нью-Йорку, на зведення якого використано 140000 кг наплавленого металу. Комплекс з семи будівель спроектований архітектором Мінору Ямасакі. Архітектурною домікантою комплексу були дві вежі, кожна по 110 поверхів – Північна (висотою 417 м) і Південна (висотою 415 м). Проект будівель являє собою структурну систему «труба-каркас», яка використовувалася в баштах-близнюках. Принцип «труба-каркас» був новим підходом, який дозволив збільшити простір корисних площ на відміну від традиційного дизайну. При будівництві застосовано великий обсяг технічного контролю та механічних випробувань зварних з'єднань. Вежі торгового центру були зруйновані в 2011 р. в результаті теракту



7 квітня 1947 р. помер Генрі Форд (народився в 1863 р.) – американський промисловець, власник заводів з виробництва автомобілів по всьому світу, автор 161 патенту США. Генрі Форд організував масове виробництво автомобілів на конвеєрі, орієнтувався на застосування контактного, дугового та газового зварювання замість ковальського зварювання та клепання. Конструкції шасі, кузовів, вихлопних труб, баків і низки інших вузлів і деталей відразу проектували з урахуванням технологічних можливостей зварювання. Шасі у вигляді рамної конструкції спочатку зварювали ацетилено-кисневим полум'ям, потім дуговим зварюванням електродом, шовним і точковим зварюванням. Значну увагу Форд приділяв випробуванню зварних з'єднань



14 квітня 1929 р. у Києві при Всеукраїнській академії наук академік Євген Оскарів Патон заснував зварювальну лабораторію. Маючи значний досвід, він розробив комплексну програму досліджень в напрямку створення матеріалів і устаткування, перспективних засобів і технологій зварювання відповідальних інженерних споруд. Перші ж дослідження лабораторії викликали інтерес як в СРСР, так і за кордоном. У 1930 р. Е.О. Патон організував Електрозварювальний комітет – громадську організацію, основним завданням якої була координація робіт підприємств та установ, що займаються зварювальним виробництвом



22 квітня 1886 р. завершилося будівництво Статуї Свободи – однієї з найзнаменитіших скульптур в світі. Це подарунок французьких громадян до сторіччя американської революції. Металевий каркас статуї кріпився до центрального стрижня, звареного з чотирьох металевих колон за допомогою автогенного зварювання. Навколо цих колон було встановлено гвинтові металеві сходи, що складаються із 168 сходинок кожна. Металевий каркас статуї покритий трьохмастами мідними листами, на закріплення яких пішло близько 300 тисяч мідних заклепок. Загальна вага міді, використаної для облицювання статуї, – 31 тонна, а загальна вага її сталевих конструкцій – 125 тонн. З часу установки споруди виконано кілька обстежень технічного стану та ремонтів несучих металоконструкцій та оболонки



26 квітня 1986 р. сталася катастрофа на Чорнобильській атомній електростанції – найбільша аварія в атомній енергетиці, що забрала життя сотень людей та спровокувала значні зміни в економічному та політичному житті суспільства. Одним із недоліків в конструкції станції були неякісно виконані зварювальні роботи. Ця аварія є прикладом того, наскільки важливим є дотримання всіх технічних норм і вимог при будівництві та експлуатації таких високотехнологічних об'єктів



3 травня 1973 р. за день до закінчення будівництва 108-поверхової будівлі Сірс-Тауер, хмарочоса, що знаходиться в м. Чикаго, США, вона стає найвищою будівлею в світі на той час (442,1 м) і візитною карткою Чикаго. Зведення такої будівлі – це серйозна робота для будівельних та інженерних компаній. При будівництві було використано близько 76000 тонн сталі. Компанія «Lincoln Electric» брала участь в проєкті в якості партнера, розробляючи технології зварювання (біля 300 км зварних швів), технічного контролю та численних видів випробувань



* Матеріал підготував Посипайко Ю.М.

Редакція журналу буде вдячна читачам за доповнення до дат, подій та фактів з НК



5 травня 1961 р. відбувся перший пілотований суборбітальний політ в США. Астронавт Алан Шепард в ході п'ятнадцятихвилинного польоту за програмою «Меркурій» пілотував одномісний космічний корабель «Freedom 7», виконаний у вигляді капсули. Матеріал кабіни – титаново-нікелевий сплав. Об'єм кабіни – 1,7 м³. Астронавт розташовувався в ложементі та знаходився в скафандрі під час польоту. При виготовленні корпусу корабля застосовувалася контактне зварювання та різні методи неруйнівного контролю тонколистових немагнітних сплавів



7 травня 1950 р. під керівництвом Євгена Оскаровича Патона закінчено проектування конструкції та розробку технології будівництва найбільшого в Європі суцільнозварного мосту через р. Дніпро в Києві (нині міст ім. Є. О. Патона). Міст довжиною 1543 м і шириною 27 м балочної конструкції з суцільними головними балками двотаврового перерізу довжиною 58 м і висотою 3,6 м введено в експлуатацію 1 листопада 1953 р. В 2020 р. фахівці ІЕЗ ім. Є.О. Патона виконали технічне обстеження несучих зварних металоконструкцій мосту. Результати обстеження передані інституту «Укрпроектстальконструкція», який є головним в розробці проекту ремонту мосту



9 травня 1981 р. у День Перемоги був відкритий монумент-скульптура «Батьківщина-мати», найбільша статуя в Україні (17-а в світі). Фігура жінки зі щитом і мечем в руках облицьована листами нержавіючої сталі. Висота статуї від п'єдесталу до кінчика меча – 62 м, абсолютна висота – 102 м, маса – близько 500 т. Скульптуру було виготовлено на Київському заводі ім. Паризької Комуни при технічному супроводі фахівцями ІЕЗ ім. Є.О. Патона. При виготовленні виконано понад 30 км зварних швів. Шви листових конструкцій, що мали бути під ґрунтовим покриттям, контролювались на герметичність накладними вакуумними камерами. В 2019 р. виконано діагностування внутрішніх несучих металоконструкцій, яке підтвердило їх хороший стан



13 травня 1940 р. здійснив перший політ вертоліт Vought Sikorsky VS-300 конструкції Ігоря Івановича Сікорського (1889-1972 рр.), видатного авіаконструктора, вченого та винахідника. У 1941 р. на замовлення армії США І. Сікорський спроектував двомісний вертоліт для зв'язку та спостереження, який був першим в світі вертольотом, запущеним в серійне виробництво, і єдиним вертольотом Другої світової війни. Всі основні несучі елементи конструкції корпусу були зварними та проходили повний цикл механічних і неруйнівних випробувань. Слід зазначити, що саме в Києві в 1908-1912 рр. І. Сікорський побудував свої перші шість літальних апаратів



15 травня 2006 р. відкрито скульптуру «Cloud Gate», яка розташована в діловому кварталі Чикаго, США. Автор – британський художник індійського походження Аніш Капур (народився в 1954 р). Скульптура складається з 168 пластин нержавіючої сталі, зварених разом, відполірованих до такої міри, що її зовнішня поверхня не має видимих швів. Розміри скульптури: 10 (висота), 20 (довжина) і 13 (ширина) метрів, вага близько 100 т. Зварювальники використовували гібридну лазерно-дугове зварювання. «Хмарні врата» – один з найзнаменитіших і відомих пам'яток сучасності. Вважається, що образ скульптури був нав'язаний виглядом краплі ртуті. В процесі полірування зовнішньої поверхні застосовувались сучасні методи оптичного контролю



18 травня 1948 р. народився Учанін Валентин Миколайович, доктор технічних наук, провідний науковий співробітник Фізико-механічного інституту ім. Г.В. Карпенка, Заслужений винахідник України (2020), лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2017), дослідник та розробник засобів вихрострумового методу неруйнівного контролю виробів та матеріалів



19 травня 2018 р. Указом Президента України група вчених та інженерів (Лабур Т.М., Остах О.П., Учанін В.М., Федірко В.М., Ющенко К.А.) одержала Державну премію України в галузі науки і техніки за 2017 р. за роботу «Матеріали і технології конструкцій сучасної авіаційної техніки». Однією із складових цієї роботи були дослідження вихрострумового методу для контролю матеріалів та виробів авіаційної техніки



21 травня 2007 р. Указом Президента України група вчених та інженерів (Девін Л.М., Куриляк Д.Б., Недосека А.Я., Півторак В.А., Троїцький В.О.) одержала Державну премію України в галузі науки і техніки за 2006 р. за роботу «Розробка і впровадження засобів неруйнівного контролю і технології технічної діагностики машинобудівного і нафтогазового обладнання тривалої експлуатації»

21 – 24 травня 1996 р. Асоціація ОКО (керівники Луценко Г.Г. та Луценко Т.М.), до складу якої входили НВФ «Ультракон-Сервіс» та НВФ «Промприлад», провели першу виставку розробок в галузі неруйнівного контролю. З тих пір такі виставки проводились щорічно, за виключенням карантинних 2020-2021 рр.



22 травня 2012 р. в Токіо відбулось відкриття телевізійної вежі «Токуо Skytree» (Токійське небесне дерево) – найвищої телевежі в світі висотою 634 м і другої по висоті споруди в світі після «Бурдж-Халіфа». Вся конструкція вежі складається з елементів «решітки», кожна з яких є комбінацією трикутників в складі інших складових. Всі конструкції з'єднувалися зварюванням безпосередньо до головної опори без використання будь-яких інших кріпильних систем. Конструкція вежі має дуже простий зовнішній вигляд і має високу сейсмостійкість. В складних умовах на висоті працювали не тільки зварники, а й дефектоскопісти



26 травня 1970 р. лайнер «Ту-144» подолав символічний рубіж у 2 Маха, здійснивши політ на висоті 16300 м зі швидкістю 2150 км/год. «Ту-144» став першим типом надзвукових лайнерів, який використовувався для комерційних перевезень і перевищив швидкість звуку. Конструкція лайнера була на 20% зроблена з титану. По всій задній кромці крила розташовувалися елерони, виконані з титанових сплавів. Застосування в конструкції титанових сплавів зажадало створення нових верстатів, зварювального устаткування, випробувального та контрольного обладнання.



1 червня 1925 р. заснована фірма «Chrysler» – американська автомобілебудівна компанія. Фірма з самого початку заснування використовувала зварювання при створенні машин. З 1930 р. «Chrysler» починає використовувати для автомобілів нові зварні конструкції, які збиралися з сталевих балок, приварених до панелей кузова. Висока надійність машин прославила «Chrysler» і його моделі 1930-х рр. стали одними з найбільш продаваних. Особливу увагу на фірмі приділяли контролю якості точкового контактного зварювання



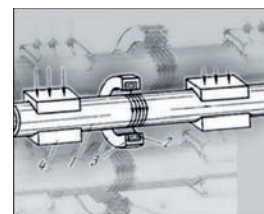
2 червня 1993 р. Геннадій Геннадійович Луценко та інші зареєстрували ТОВ «Ультракон-Сервіс». Сьогодні це підприємство є найбільшим розробником та виробником засобів неруйнівного контролю в Україні. Його продукцію знають в 60-и країнах світу. Особлива гордість підприємства – автоматизовані установки для контролю труб великого діаметру, залізничних коліс, осей та рейок



4 червня 1958 р. введено в експлуатацію перший радянський (третій в світі) атомний підводний човен. Ще на початку 1930-х рр. в СРСР і США приступили до створення принципово нових підводних човнів з силовими установками на атомній енергії. У переліку необхідних якостей нового підводного човна вказувалася глибина занурення 300 м. Занурення на таку глибину перевершувало в кілька разів всі досягнуті раніше рекорди. Після багаторічних експериментів було отримано необхідні властивості та необхідну якість зварних з'єднань



8 червня 1946 р. ідея застосування струмів високої частоти для зварювання металів вперше була запропонована радянськими фахівцями на чолі з А. В. Улітовським. У 1950-і рр. в Радянському Союзі і за кордоном почалися інтенсивні дослідження зі створення технології та обладнання для високочастотного зварювання труб, а дещо пізніше і для оболонок кабелів і профілів. Новий вид швидкісного зварювання вимагав нового підходу до створення способів електромагнітного неруйнівного контролю



9 червня 1959 р. на воду спущено перший атомний стратегічний підводний човен ВМС США типу «Джордж Вашингтон» з балістичними ракетами на борту. У корпус підводного човна за рубкою був «вставлений» 40-метровий ракетний відсік, в якому були розміщені 16 пускових ракетних установок. Після монтажу ракетної секції всі частини човна зварювалися воедино. Загальна компоновка човнів типу «Джордж Вашингтон» з вертикальними шахтами, розміщеними позаду рубки, виявилася дуже вдалою і стала класичною схемою для підводних стратегічних ракетноносців. При створенні таких унікальних технічних об'єктів було поєднано методи технічного діагностування та випробувань, притаманних суднобудуванню, атомній енергетиці та ракетній техніці





14 червня 1952 р. почалося будівництво першого в світі атомного підводного човна ВМС США типу «Наутілус» (SSN-571), який був прийнятий на озброєння 30 вересня 1954 р. 3 серпня 1958 р. «Наутілус» досяг Північного полюса, ставши першим кораблем в історії людства, який пройшов в цю точку Землі своїм ходом. У США для виготовлення першого атомного підводного човна «Наутілус» фірма «Дженерал Дайнемікс» використовувала різні технології з'єднання, головним чином дугове зварювання під флюсом, киснево-ацетиленове зварювання та велику кількість випробувальних та діагностичних операцій



16 червня 1965 р. з космодрому Байконур успішно здійснений перший запуск ракети-носія «Протон-К». Ракета-носіє «Протон-К» відноситься до важкого класу і стала основним засобом виведення вантажів на орбіту. В конструкції двигуна широко застосовувалося зварювання. Зокрема, в основних магістралях ракети налічується 11 роз'ємів. Бак окислювача ракети зварний, виконаний з алюмінієвого сплаву. Він складається з гладкої циліндричної обичайки секційного типу, посиленої шпангоутами, і двох сферичних днищ. Обичайки бака окислювача гладкі, зварені з трьох секцій. Робота над ракетою вимагала, крім іншого, створення нових методів контролю герметичності великогабаритних тонкостінних ємностей



20 червня 1939 р. здійснено перший в історії політ німецького реактивного літака «Heinkel-176». Це перший в світі літак, що приводився в рух рідинним реактивним двигуном. У конструкції апарату широко застосовувалося зварювання. В ході робіт з'ясувалося, що під час зварювання конструкції крила виникають серйозні технологічні проблеми. Тоді було виготовлено інше крило, виконане за схемою з двома лонжеронами, а зварювання на відповідальному місці вирішили прибрати. Консолі крила площею всього по 5,4 м² з розмахом 5 м мали дуже високе навантаження, що становила при злітній вазі 1620 кг майже 300 кг/м². З цього літака розпочинається історія розвитку технічного контролю в реактивній авіації



20 червня 1977 р. в США запущено Трансалайскінський нафтопровід, призначений для перекачування нафти з родовища Прадхо-Бей на півночі Аляски в порт Валдіз на її півдні. В його будівництві брали участь десятки тисяч зварників та дефектоскопістів, що робить його одним з наймасштабніших зварювальних і будівельних проектів. Стики труб з'єднувались в траншеї ручним зварюванням. Якість зварних швів перевірялась за допомогою рентгенівських апаратів. Нафтопровід було побудовано в умовах вічної мерзлоти, полярної ночі, в суровому і легко вразливому краю з високою сейсмічністю, але він став найбільш захищеним трубопроводом в світі



26 червня 1824 р. в Ірландії народився Вільям Томсон, лорд Кельвін (помер 17 грудня 1907 р.) – британський фізик і механік. Він відомий своїми роботами в області термодинаміки, механіки, електродинаміки, газової динаміки, термоелектрики та ін. Запропонував абсолютну шкалу температур (1848), дав одне з формулювань другого початку термодинаміки (1851) і ввів поняття розсіювання енергії. Пізніше ці закони лягли в основу багатьох розробок вимірального обладнання. Вільям Томсон був піонером технічної фізики



27 червня 1940 р. був закладений лінійний корабель американських збройних сил «Айова». Всього планувалося побудувати шість кораблів такого типу. Слід зазначити, що будівництво лінкорів велося небувалими темпами. Використовувалася електричне зварювання, що для того часу було нетипово. Застосовуючи при будівництві зварювальні автомати, будівельникам вдалося прискорити і спростити процес побудови кораблів. Перша пара кораблів цієї серії («Айова» та «Нью-Джерсі») стала до ладу в 1943 р. В 1940-х рр. будівництво лінкорів поклато початок розвитку методів технічного контролю в суднобудуванні, зокрема рентгенографічного та ультразвукового, та методів механічних випробувань металу і зварних з'єднань



30 червня 1961 р. одна з найбільших американських хімічних компаній «DuPont» зареєструвала перший в історії патент на зварювання вибухом. В 1961 р. одночасно в СРСР і США з'явилися повідомлення про зварювання металів вибухом. Цей технологічний процес дозволив отримувати біметалеві заготовки і вироби практично необмежених розмірів з різних металів і сплавів, в тому числі і тих, зварювання яких іншими способами склало або неможливе. Новий спосіб зварювання вимагав нових способів технічного контролю