

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

К. Драган

Технологічний інститут повітряних сил,
Варшава, Польща

Я. Грум

Люблянський університет, Словенія

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

А.Г. Протасов, С.К. Фомічов

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

А. Савін

Національний інститут досліджень та розробок з
технічної фізики, Ясси, Румунія

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/tdnk

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

Відкриття меморіальної дошки-горельєфу
академіку Б.Є. Патону..... 3

Історія розвитку технологій зварювання
на АТ «СМНВО–Інженіринг» 5

НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

**КУЦ Ю.В., УЧАНІН В.М., ЛИСЕНКО Ю.Ю., ПЕТРИК В.Ф.,
ЛЕВЧЕНКО О.Е., БОГДАН Г.А.** Застосування перетво-
рення Гільберта для аналізу сигналів автоматизова-
ного вихрострумового контролю. Частина 2. Отримання
вторинних діагностичних ознак та приклади реалізації..... 11

**ЛОБАНОВ Л.М., САВИЦЬКИЙ В.В., КИЯНЕЦЬ І.В.,
ШУТКЕВИЧ О.П., ШИЯН К.В.** Неруйнівний контроль
елементів титанових стільникових панелей методом
ширографії з використанням вакуумного навантаження..... 19

**ЯВОРСЬКИЙ І.М., ЮЗЕФОВИЧ Р.М., ЛИЧАК О.В.,
СЕМЕНОВ П.О.** Методи та засоби ранньої вібродіагно-
стики обертових вузлів механізмів причальних контей-
нерних перевантажувачів 25

МАХНЕНКО О.О., МАХНЕНКО О.В. Розрахункова оцінка
несучої здатності головних прогонових балок мосту
ім. Є.О. Патона через р. Дніпро у м. Києві за результа-
тами неруйнівного контролю 35

BAGALE N.C., ВНАТ M.R. Метод лазерно-індукованих
термопружних хвиль для оцінки гіротермічного старіння
композитів із вуглепластику..... 41

ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

**ЛОБАНОВ Л.М., ДЯДІН В.П., ДАВИДОВ Є.О.,
ЛИТВИНЕНКО В.А.** Вибір неруйнівних методів
контролю щодо оцінки технічного стану металевих
конструкцій головних балок мосту ім. Є.О. Патона через
р. Дніпро у м. Києві..... 47

НЕСІН В.В., ФРАНКОВ О.С. Дослідження технології
виконання та перевірки якості гравіювання поверхонь
матеріалів з особливими органолептичними властиво-
стями із застосуванням контрастних барвників 54

ІНФОРМАЦІЯ

Генеральна асамблея Міжнародної академії неруйнівного
контролю..... 58

Промисловий форум – 2021 59

Програми професійної підготовки на 2022 р. 62

Дати, події, факти з історії технічного контролю 65

Видання журналу підтримують:

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

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

K. Dragan

Air Force Institute of Technology, Warsaw, Poland

J. Grum

University of Ljubljana, Slovenia

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

A.G. Protasov, S.K. Fomichov

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

A. Savin

National Institute of R & D for Technical Physics,
Iasi, Romania

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

Opening of a memorial plaque-high relief
to academician B.E. Paton 3

History of development of welding technologies at
JSC «Sumy Machine-Building Science-and-Production
Association-Engineering» 5

SCIENTIFIC AND TECHNICAL

*KUTS Yu.V., UCHANIN V.M., LYSENKO Yu.Yu.,
PETRYK V.F., LEVCHENKO O.E., BOGDAN, G.A.*

Application of Hilbert transform for analysis of signals
of automated eddy current inspection. Part 2. Deriving
secondary diagnostic features and examples of realization..... 11

*LOBANOV L.M., SAVYTSKIY V.V., KYIANETS I.V.,
SHUTKEVICH O.P., SHYIAN K.V.* Non-destructive testing
of elements of titanium honeycomb panels by shearography
method using vacuum load 19

*YAVORSKIY I.M., YUZEFOVYCH R.M., LYCHAK O.V.,
SEMENOV P.O.* Methods and means of early vibration
diagnostics of rotating components of mechanisms of quay
container handlers 25

MAKHNENKO O.O., MAKHNENKO O.V. Calculated
estimation of load-carrying capacity of the main span beams
of the E.O. Paton bridge across the Dnipro in Kyiv by
nondestructive testing results 35

BAGALE N.C., BHAT M.R. Laser-Inducted Thermoelastic
Wave Technique to Evaluate Hygrothermal Aging in CFRP
Composites..... 41

INDUSTRIAL

*LOBANOV L.M., DYADIN V.P., DAVYDOV E.O.,
LYTVYNENKO V.A.* Selection of nondestructive testing
methods for evaluation of the technical condition of metal
structures of the main beams of E.O. Paton bridge across the
Dnipro in Kyiv 47

NESIN V.V., FRANKOV O.S. Investigations of engraving
technology and checking the quality of engraving the
surfaces of materials with special organoleptic properties with
application of contrasting dyes 54

INFORMATION

ACADEMIA NDT International 58

Industrial forum – 2021 59

Vocational training programs for 2022 62

Dates, events, facts in the history of technical non-destructive
testing 65

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,
Association «OKO»

ВІДКРИТТЯ МЕМОРІАЛЬНОЇ ДОШКИ-ГОРЕЛЬЄФУ АКАДЕМІКУ Б.Є. ПАТОНУ

11 листопада 2021 р. в Інституті електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України відбулося урочисте відкриття меморіальної дошки-горельєфу директору інституту, президенту Національної академії наук України академіку Б.Є. Патону. На мітингу з нагоди цієї події були присутні співробітники ІЕЗ, Національної академії наук України, підприємств Києва, представники преси. Відкрив мітинг директор ІЕЗ академік НАН України І.В. Кривцун.

У своїй промові І.В. Кривцун зазначив, що Борис Євгенович Патон – видатний український вчений в області зварювання, металургії та технології матеріалів, матеріалознавства, видатний громадський діяч і талановитий організатор науки. Разом зі своїм батьком Євгеном Оскаровичем Патоном він створив всесвітньо відому патонівську наукову школу. Світовий авторитет Б.Є. Патону принесли різнобічна та надзвичайно плідна наукова та інженерна діяльність, прагнення направити фундаментальні наукові дослідження на вирішення проблем суспільства.

Він глибоко розумів роль науки у суспільстві, її цілі та задачі, вдало поєднував активну наукову

і суспільно-політичну діяльність. Під його керівництвом українська наука набула нового потужного імпульсу у своєму розвитку. Після розпаду Радянського Союзу і утворення незалежної України за умов гострої економічної кризи Борис Євгенович зміг зберегти академію, її основні наукові школи, принципи академічного самоуправління, здійснити перебудову структури академії відповідно до нових умов, спрямувати фундаментальні та прикладні дослідження на розв'язання нагальних задач будівництва молоді держави.

Борис Євгенович був не тільки видатним вченим і організатором науки, а й прекрасним педагогом, вчителем з великої літери. Він виховав цілу плеяду вчених в галузі зварювання, металургії, матеріалознавства. Борис Євгенович завжди був демократичним, доброзичливим, відкритим до спілкування, готовим допомогти у вирішенні не тільки наукових, а й нагальних соціальних, життєвих проблем співробітників інституту і академії.





Борис Євгенович Патон був справжнім лідером, творчою особистістю, глибоко порядною та доброю людиною, яка мала фантастичну енергію і працездатність, глибокі знання в багатьох галузях. У нього була широка натура, гострий аналітичний розум, чудове почуття гумору. Світла пам'ять про цю видатну людину, талановитого вченого, організатора науки і громадського діяча назавжди залишиться в наших серцях.

Президент академії наук України, академік А.Г. Загородній відзначив, що відкриття пам'ятного горельєфу Б.Є. Патону є важливою подією. Він був видатним вченим та інженером, видатним організатором української науки. Б.Є. Патон мав в житті дві найважливіші справи – НАН України та ІЕЗ, про яких дбав, як про рідних дітей. За часи його керівництва українська наука плідно

розвивалася, відкривалися нові інститути, виникали нові наукові напрямки досліджень. Є наука фундаментальна та прикладна, але Б.Є. Патон є яскравим прикладом того, як можна, розвиваючи цілеспрямовані фундаментальні дослідження, поєднувати ці напрями. За часів його керівництва ІЕЗ здобув світову славу передового центру науки. Відкритий сьогодні горельєф продовжить життя Б.Є. Патона в наших серцях.

Теплими словами про Бориса Євгеновича поділились також заступники директора ІЕЗ академік Л.М. Лобанов, чл.-кор. В.О. Шаповалов, завідувач відділу ІЕЗ академік К.А. Ющенко, директор Інституту проблем реєстрації інформації академік В.В. Петров та голова Комісії НАН України з питань увічнення пам'яті академіка Бориса Євгеновича Патона академік А.Г. Наумовець.

На завершення мітингу І.В. Кривцун подякував всіх присутніх та наголосив, що пам'ять про Б.Є. Патона навіки залишиться в наших серцях і кращою запорукою цьому буде плідна праця в сучасній науці за прикладом видатного вченого.

Автор дошки-горельєфу – відомий скульптор, член спілки художників України В.Г. Корень. Бронзова дошка-горельєф виконана у класичному академічному стилі традиційного портретного жанру. Інсталяція у вигляді зварювального спалаху символізує зародження нових ідей, яких у Б.Є. Патона було чимало. Горельєф створено за рахунок добровільних внесків співробітників ІЕЗ ім. С.О. Патона.

Редакція журналу



ІСТОРІЯ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЙ ЗВАРЮВАННЯ НА АТ «СМНВО – ІНЖИНІРИНГ»

Історія розвитку Акціонерного товариства «Сумське машинобудівне науково-виробниче об'єднання – Інжиніринг» почалася з 28 листопада (за новим стилем) 1896 р. Указом Його Імператорської Величності про затвердження умов діяльності Бельгійського акціонерного товариства «Сумські машинобудівні майстерні». Його засновниками були, окрім закордонних акціонерів, сумські промисловці: П.І. Харитоненко, М.О. Суханов, Л. Кенінг, А. Гебіндер та ін.

У перші роки становлення підприємства для забезпечення виробничого процесу були задіяні європейські фахівці високої кваліфікації, насамперед, із Кайзерівської Німеччини.

З 1912 р. підприємство змінює назву на Анонімне товариство «Сумські машинобудівні заводи», а з початком Першої світової війни, коли багато іноземних фахівців прийняли російське підданство, виробничий колектив почав поповнюватися вітчизняними фахівцями.

Після закінчення Громадянської війни заводу було передано найбільш передові європейські технології в машинобудуванні і вже у 1926 р. завод випускав 4,2 % усієї продукції машинобудування Радянської України. На честь 10-річчя Червоної армії завод був перейменований на Сумський машинобудівний завод ім. М.В. Фрунзе.

У 1929 р. відбулася знаменна подія – вперше на промисловому підприємстві Радянського Союзу була запалена зварювальна дуга, що відкрила еру електродугового зварювання в радянській промисловості. Як і будь-яка інноваційна технологія, електродугове зварювання зіткнулося з багатьма проблемами під час її впровадження. Відсутність стандартів у підготовці фахівців, недосконале обладнання, відсутність якісних зварювальних матеріалів та відпрацьованих параметрів зварювання створювали великі труднощі на шляху впровадження нової технології. Всі вони з часом були подолані і на підприємстві розпочала роботу зварювальна ділянка з лабораторіями, що дозволило освоїти випуск нового складного обладнання.

З 1930 р. була організована електродна майстерня, де виготовляли електроди методом занурення. З цього часу у зварювальному виробництві використовувалися електроди лише власного виробництва.

З 1935 р. починається співпраця з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона, що ознаменувало нову епоху у розвитку зварювального виробництва підприємства. Так, вже у 1936 р. була освоєна технологія зварювання хромонікелевих сталей для виготовлення обладнання, що працює в кислотовмісних та інших корозійних середови-



Під час підписання в ІЕЗ Меморандуму про співробітництво (рукостискання директора ІЕЗ академіка Б.Є. Патона з генеральним директором СМВО В.М. Лук'яненком).



В.М. Лук'яненко в ІЕЗ ім. Є.О. Патона (зліва направо: Б.Є. Патон, В.М. Лук'яненко, К.А. Ющенко).

щах. А також були відпрацьовані практичні основи автоматичного зварювання під флюсом, що дозволило різко підвищити якість зварних швів, забезпечити високі економічні показники зварювального процесу та значно покращити умови праці електрозварників.

Після закінчення Другої світової війни співпраця з Інститутом електрозварювання виходить на новий технологічний рівень. З'являється нове обладнання та зварювальні матеріали, освоюється технологія автоматичного зварювання високолегованих сталей на установці для зварювання поздовжніх швів емнісного обладнання та спеціалізованому стенді для зварювання кільцевих швів емнісного обладнання діаметром до 3000 мм.

У 1950-х роках у складі котельно-зварювального цеху створюється електродна майстерня, де електроди виробляються вже не зануренням, а методом опресування на виготовленому своїми силами обладнанні. Однак зростаючим обсягам виробництва ця майстерня вже не задовольняла. Тож у об'єднанні на базі центральної зварювальної лабораторії будується новий електродний цех площею 4 тис. м². Для його оснащення купується найсучасніше на той момент обладнання швейцарської фірми «Манса-Судаж».

Одночасно фірма «Манса-Судаж» поставила лабораторний комплекс обладнання. Фактично це електродний цех у мініатюрі для виготовлення та випробування дослідних партій електродів перед виробництвом великих партій. Все це дозволило створити сучасне виробництво різних типів елек-

тродів високої якості, широкої номенклатури з повним циклом сертифікатних випробувань.

У цей же час завод спільно з Інститутом електрозварювання одним із перших розпочинає успішне впровадження технології напівавтоматичного зварювання під шаром флюсу.

З 1950-х р. стрімко розвивається космічна галузь. Активними учасниками процесу стали сумські машинобудівники, яким доручили виготовляти обладнання для космодромів Байконур та Плесецьк. Ферми, стріли, різні системи газів, повітря, вакуумування, заправники паливом, барокамери – це та багато іншого було зроблено та змонтовано на цих об'єктах із застосуванням зварювальних електродів сумського підприємства «СУМИ-ЕЛЕКТРОД».

З 1960-х р. освоюється технологія автоматичного зварювання алюмінію під шаром флюсу. Особливий внесок у розвиток цієї технології внесли співробітники відділу Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, керованого д.т.н. Д.М. Рабкіним. У той же час у співпраці з відділом д.т.н. А.М. Макари було освоєно надійну стабільно повторювану технологію зварювання роторів центрифуг з високоміцної сталі 30ХГСА.

У міру розширення та розвитку заводу розвивалося і зварювальне виробництво, що стало одним із центрів розвитку інноваційної потужності підприємства. У кожному новому цеху були спеціалізовані зварювальні ділянки, що оснащувалися найбільш передовою на ті часи технікою, а фахівці науково-виробничого центру зварювання спільно зі співробітниками Інституту електрозварюван-

ня відпрацьовували нові інноваційні технології зварювання перед запуском їх в основне виробництво. Ця співпраця дала швидку віддачу у вигляді впровадження інноваційних технологій зварювання хімічного обладнання з високолегованих сталей та сплавів. Так, було освоєно виготовлення колонного масообмінного обладнання з різними видами контактних елементів: ковпачковими, клапанними, сітчастими, жалюзійними, комбінованими та вихровими тарілками. Було освоєно технологію автоматичного зварювання колонного обладнання під флюсом. Освоюються технології зварювання теплообмінного обладнання із високолегованих сталей із забезпеченням корозійної стійкості зварних з'єднань до агресивних середовищ, що працюють у широкому діапазоні екстремальних температур (від $-253\text{ }^{\circ}\text{C}$ до $1000\text{ }^{\circ}\text{C}$) та знакозмінних навантажень.

Спільно з фахівцями Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона М.І. Каховським, В.Г. Фартушним, К.А. Ющенком було вирішено питання досягнення необхідного рівня технологічної міцності аустенітних швів та зони термічного впливу, а також досягнуто необхідних значень холоdstійкості, теплостійкості та жароміцності з'єднань. Для нових конструкційних матеріалів розроблялися технології зварювання, засоби механізації та автоматизації зварювального процесу. Так, було впроваджено імпульсно-дугове зварювання з електромагнітним перемішуванням зварювальної ван-

ни, що у поєднанні з іншими технологічними рішеннями дозволило механізувати зварювання виробів з аустенітних сталей типу ЭИ-943 та нікелевих сплавів типу хастелой. Завдяки впровадженим технологічним рішенням вдалося збільшити термін служби обладнання, що виготовляється, в 2...3 рази.

У цей час освоюється технологія зварювання титану та його сплавів. Зіткнувшись із труднощами, пов'язаними з високою активністю титану до кисню, фахівці підприємства вирішили всі виробничі завдання, забезпечивши на десятиліття конкурентні переваги підприємства та країни як у військовій промисловості, так і в народному господарстві. Досягнутий рівень технологій був настільки високий, що навіть у 2000-х р. американські фахівці були захоплені досягненнями підприємства тих часів.

З 1963 р. було освоєно технологію автоматичного електрошлакового зварювання (ЕШЗ) поздовжніх та кільцевих стиків товстостінного обладнання. Спільно з Інститутом електрозварювання вирішено технологічні питання ЕШЗ високоміцних сталей, які пов'язані зі схильністю зварних з'єднань до утворення холодних тріщин та забезпечення необхідних механічних властивостей. Пізніше було освоєно технології ЕШЗ рам газоперекачувальних агрегатів (ГПА), товстостінних пелюсткових днищ та розроблено технологію електрошлакового лиття патрубків ГПА безпосередньо на корпусі нагнітачів.

До 1970 р. підприємство стало світовим лідером за рівнем та обсягом застосування зварювання в технологічних процесах виготовлення промислового обладнання.

У ці роки світова політична обстановка вимагала багаторазового збільшення виробництва гелію. Поставлене завдання було виконано фахівцями підприємства. Було спроектовано та побудовано Оренбурзький гелієвий завод, комплектну технологічну лінію з переробки газу для отримання гелієвого концентрату та тонкого очищення гелію продуктивністю 3 млрд m^3 гелію на рік. Для



цього спільно з Інститутом електрозварювання та ЦНДІ «Прометей» було розроблено технологію механізованого зварювання під флюсом товсто-стінного колонного обладнання зі сталей АК-25 та АК-27, що працюють в умовах екстремально низьких температур, високого тиску та знакозмінних навантажень, а також супутніх технологій, таких, як плакування трубних решіток стрічковим електродом та енергією вибуху, елетрогідроімпульсного розвальцювання труб, об'ємної термообробки великогабаритних вузлів та багато інших. Надалі сумчани поставили Оренбурзькому заводу ще п'ять установок із виробництва гелію.

Після запровадження санкцій США на постачання ГПА та комплектуючих до них завдяки зусиллям Генерального директора В.М. Лук'яненка Сумське науково-виробниче об'єднання ім. М.В. Фрунзе стало базовим підприємством для освоєння виробництва вітчизняних ГПА та отримало необхідні ресурси та фінансування.

Були освоєні технології багатоелектродного електрошлакового приварювання мундштуком, що плавиться, квадратних патрубків до циліндричного корпусу нагнітача, технологія електрошлакового зварювання кільцевих і поздовжніх швів корпусів нагнітача. Під керівництвом академіка Б.І. Медовара було розроблено технологію електрошлакового переплаву для виробництва сталей особливої чистоти із заданими хімічними та технологічними характеристиками. Спільно з Інститутом електрозварювання були розроблені передові технології зварювання робочих коліс



ГПА зі сталі 13ХГМРБ із застосуванням напівавтоматичного зварювання замість дорогої технології вакуумного паяння.

1965–1975 рр. у розвитку заводу можна охарактеризувати як період найбільш інтенсивного зростання номенклатури та обсягів випуску хімічного обладнання та подальшого технічного оснащення виробництва. У ці роки вирішувалося поставлене урядом завдання з хімізації народного господарства країни, для чого потрібно було різко збільшити темпи розвитку галузі хімічного машинобудування.

Розвиток та створення нових хімічних виробництв та обладнання для них вимагало застосування нових матеріалів, насамперед складнолегованих сталей та спеціальних сплавів. Перед заводом постають одна за одною проблеми створення апаратури з корозійностійких та висо-



коміцних сталей, хастелою, двошарових сталей. Спільно з фахівцями науково-дослідних інститутів Києва, Москви, Ленінграда, Волгограда створюються та успішно впроваджуються нові технології зварювання цих матеріалів. ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» освоєє випуск таких електродів, як ОЗЛ-17У, ЗИФ-10, ЦЛ-11, АНВ-13, АНВ-17, НЖ-13, ЭА-400/10У, ОЗЛ-6, ЗИФ-5, ЗИФ -11.

Відповідно розвитку номенклатури продукції, що випускається заводом, розширювався і спектр зварювальних електродів. Для виготовлення обладнання, що є великогабаритними цільнозварними апаратами, були розроблені електроди марки ЗИФ-8, що забезпечують працездатність зварних швів при $t = -196$ °С. Фахівцями підприємства були забезпечені потреби нафтогазової промисловості півночі у пересувних заправниках. Так, було розроблено та освоєно технології автоматичного зварювання під флюсом низьколегованими зварювальними матеріалами сталі АБ1-Ш товщиною 60 мм, що працює під тиском понад 32 МПа.

Після включення до складу об'єднання заводу атомного та енергетичного насособудування було освоєно технологію зварювання уліток головного циркуляційного насосу першого контуру АЕС та іншого станційного обладнання, що потребує особливого підходу до забезпечення якості зварних з'єднань. Перші насоси для атомних електростанцій на підприємстві були створені ще у 1959 р. Масове їх виробництво стартувало з початку 1980-х р. і потребувало використання зварюваль-



них електродів найвищої якості та найрізноманітнішої номенклатури: для зварювання вуглецевих, теплостійких, високолегованих жароміцних і жаростійких, різномірних сталей.

З 1988 по 1993 рр. ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» випускало зварювальні електроди для енергетичного та атомного машинобудування під контролем Держатоменергонагляду СРСР.

У рамках проекту із запуску у 2011 р. ракети «Союз-СТ» у Французькій Гвіані завод ім. М.В. Фрунзе створював обладнання для стартової системи: стріли, ферми, сектори та інші супутні механізми. Тут також були використані зварювальні електроди ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД», проте варто зазначити, що обладнання для Гвіанського центру було виготовлено за більш жорсткими стандартами якості, що потребувало підвищення якості зварювальних електродів.

За цей час підприємство опанувало кілька поколінь обладнання для автоматичного зварювання – від наднадійного зварювального трактора ТС-17 розробки Інституту електрозварювання до зварювальних роботів.

Сумське науково-виробниче об'єднання перше у СРСР освоїло у виробництві одразу 27 одиниць зварювальних колон для автоматичного зварювання виробництва «Дойма» (Німеччина) та зварювальної колони виробництва «Бреда» (Італія) для об'ємного зварювання. Освоєно устаткування для автоматичного зварювання під флюсом товстостінного обладнання розщепленою дугою.

Найбільшу гордість викликає реалізація технології автоматичного зварювання під час виготовлення наступних виробничих замовлень:

- штамповано-зварні корпуси шарової арматури діаметром 300...1400 мм;
- ємнісне обладнання для газової промисловості товщиною до 260 мм і діаметром до 3500 мм;
- корпуси ГПА товщиною до 120 мм і діаметром до 1400 мм;
- зварні улітки ГЦН зі сталі 06Х12Н3Д товщиною до 200 мм;
- наплавлення та приварювання патрубків до корпусів ГПА;
- центрифуги зі сталей 12Х18Н10Т, 0Х17М13М3Т та ін.;
- пересувні автогазозаправні станції;
- зварювання труб в трубні решітки камерного типу через отвір;
- обладнання для заводів з виплавлення алюмінію.

– пенали і транспортно-пакувальні контейнери для зберігання відпрацьованого ядерного палива.

З 2019 р. підприємство перейменовано в АТ «СМНВО – Інжиніринг». Колектив підприємства докладє всіх можливих зусиль для відновлення



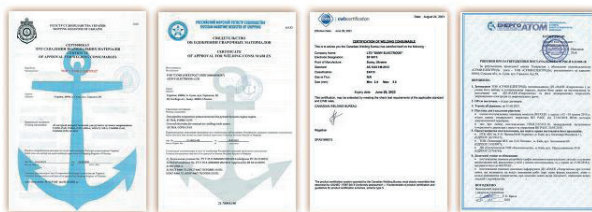
виробництва після наслідків рейдерського захоплення. Ядро фахівців, що залишилося, зберегло обладнання і технології, на ґрунті яких стало можливим повернення фахівців і відродження виробничих потужностей підприємства.

В області автоматичного зварювання заплановано впровадження робототехнічного зварювального комплексу з можливістю отримання зварних швів із заданими механічними властивостями і відображенням структури зварного шва в реальному часі. Даний проект планується реалізувати спільно з фахівцями відділу автоматизованих систем управління технологічними процесами Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона.

В області систем управління продовжується впровадження системи автоматичного обліку витрат SAP ERP. У планах – запровадити автоматичний контроль і облік витрат зварювального виробництва із застосуванням сучасного зварювального обладнання. Триває активна співпраця з Інститутом електрозварювання ім. Є.О. Патона в рамках раніше укладеного Меморандуму.

У молодого покоління фахівців в області зварювання є чітке розуміння того, що конкурентна боротьба вирається інноваційним потенціалом підприємства і робиться все можливе для реалізації цього потенціалу.

Зварювальне виробництво АТ «СМНВО – Інжиніринг» атестовано на відповідність більшості міжнародних стандартів в галузі забезпечення якості. Так, триває успішна співпраця з Американським товариством інженерів-механіків (ASME), Американським інститутом нафти (API), Міжнародним інститутом зварювання (IIW). Внутрішня нормативна документація зварювального виробництва підприємства гармонізована з більшістю міжнародних стандартів, таких як ISO 3834, ASME IX; API 6D; AWS D 1.1 та ін. Координатори в галузі зварювання атестовані відповідно до вимог більшості міжнародних стандартів, що діють на території України, ЄС, США та Митного Союзу.



Сьогодні якість продукції ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» підтверджено сертифікатами Канадського бюро зварювання (CWB Group), TÜV Rheinland, Bureau Veritas, Регістром судноплавства України, Російським морським регістром судноплавства. Також компанія має дозвіл на поставку зварювальних матеріалів для ДП «НАЕК Енергоатом».

Серед наших клієнтів багато теплостанцій ДТЕК, підприємства ДП «НАЕК Енергоатом», Укроборонпрому, а також машинобудівні та виробничі компанії, серед яких Турбоатом, НКМЗ, ЗТМК, Арселор Міттал, Нібулон. Зараз продукція компанії поставляється в більш ніж 20 країн світу і застосовується для найвідповідальніших конструкцій. ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» успішно конкурує з кращими світовими брендами за якістю продукції.

Широке застосування отримують електроди власної розробки SF 7016 (аналог LB-52U) і SF 7018 (аналог FOX EV 50), призначені для зварювання поворотних і неповоротних стиків труб магістральних і промислових трубопроводів.

Номенклатура продукції ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» налічує близько 200 марок, серед яких електроди для зварювання вуглецевих сталей, низьколегованих і теплостійких сталей, високолегованих корозійностійких жаростійких і жароміцних сталей, нікелевих сплавів, електроди для зварювання чавуну, міді. Також ТОВ «СУМИ-ЕЛЕКТРОД» випускає електроди для наплавлення поверхневих шарів зі спеціальними властивостями.

Підприємство має багаторічний досвід поставок різних марок електродів по всьому світу і готове прийняти та виконати будь-яке замовлення на виготовлення зварювальних електродів за індивідуальними вимогами.

Отроков В.В., Погрібний П.М.,
Понамарьов І.В., Яковенко Є.М.

LASER-INDUCED THERMOELASTIC WAVE TECHNIQUE TO EVALUATE HYGROTHERMAL AGING IN CFRP COMPOSITES

МЕТОД ЛАЗЕРНО-ІНДУКОВАНИХ ТЕРМОПРУЖНИХ ХВИЛЬ ДЛЯ ОЦІНКИ ГІГРОТЕРМІЧНОГО СТАРІННЯ КОМПОЗИТІВ ІЗ ВУГЛЕПЛАСТИКУ

by Nilesh C. Bagale* and M.R. Bhat†

* Department of Aerospace Engineering, Indian Institute of Science, Bengaluru, 560 012, India

† Department of Aerospace Engineering, Indian Institute of Science, Bengaluru, 560 012, India; mrb@iisc.ac.in

The interaction of heat and moisture with fiber-reinforced polymer composites over a long duration is known to cause physical and mechanical degradation. In this paper, an attempt was made to evaluate physical and mechanical changes in carbon fiber-reinforced polymer (CFRP) by an unconventional nondestructive approach before and after varied duration of exposures to hygrothermal (HT) treatment at an elevated temperature (80 °C/353 K) up to 800 h. As a novel approach, laser-induced thermoelastic waves were utilized for characterization of the material. Wave characteristics, such as wave amplitude and velocity of propagation, were studied over different duration exposures of HT treatment to detect and quantify HT-induced property changes in the material. Results show that the aging effect attenuated the wave to a factor of 2.75 and significantly reduced the velocity of wave propagation by 20% compared to that of the pristine material, revealing the degradation in the material caused by HT exposure. The proposed methodology has the potential to monitor the health of fiber-reinforced polymer composite structures that have undergone hygrothermal aging.

Відомо, що взаємодія тепла та вологи з полімерними композитами, армованими волокном протягом тривалого часу, викликає фізичну та механічну деградацію. У цій статті було зроблено спробу оцінити фізичні та механічні зміни в полімері, армованому вуглецевим волокном (CFRP), за допомогою нетрадиційного неруйнівного підходу до та після різної тривалості впливу гігротермічної (ГТ) обробки при підвищеній температурі (80 °C / 353 K) до 800 год. В якості нового підходу термопружні хвилі, індуковані лазером, були використані для визначення характеристик матеріалу. Характеристики хвиль, такі, як амплітуда та швидкість поширення хвилі, були вивчені протягом різних тривалостей впливу гігротермічної (ГТ) обробки для визначення та кількісної оцінки змін властивостей матеріалу, викликаних ГТ. Результати показують, що ефект старіння послабив хвилю в 2,75 рази і значно знизив швидкість поширення хвилі на 20 % порівняно з вихідним матеріалом, виявивши деградацію матеріалу, спричинену впливом ГТ обробки. Запропонована методологія має потенціал для моніторингу стану армованих волокном полімерних композитних конструкцій, що зазнали гігротермічного старіння.

KEYWORDS: *hygrothermal aging, thermoelastic waves, carbon polymer composite, CFRP*

Ключові слова: *гігротермічне старіння, термопружні хвилі, вуглецево-полімерний композит, вуглепластик*

Introduction

Advanced composites are increasingly being used for structural applications of aerospace components. Carbon fiber-reinforced polymer (CFRP), an ultra-lightweight structural material, is widely used in the aircraft industry for its excellent engineering properties, mechanical durability, low density, and temperature and chemical resistivity. During flight, aircraft undergo rigorous fluctuations in temperature and moisture exposure, which lead to a gradual degradation of the components over a long period. This gradual degradation is known as hygrothermal (HT) aging. It induces gradual and permanent changes in composites. It can lead to water-polymer interaction, which results in swelling, subsequently altering the molecular structure along with the plasticization of polymer resin (Nogueira et al. 2001; Moy et al. 1980; Zhou and Lucas 1999; Xiao et al. 1997; Xiao and Shanahan 1998). This, in turn, deteriorates the material in terms of its engi-

neering properties. The literature also shows that the glass-transition temperature of the material is altered by HT aging, limiting the working temperature of the material. Researchers have observed that the water absorption behavior of carbon-epoxy composite follows a Fickian law, and the rate to saturation increases with the relative humidity and temperature (Korkees et al. 2018). Consequently, a drop in mechanical properties occurs due to HT aging (Cysne Barbosa et al. 2017; Sun et al. 2011).

In the aviation industries, a periodic maintenance check of aircraft structural components is performed after a certain number of flying hours. This consumes enormous amounts of time, money, and effort. Nondestructive testing (NDT) techniques in this regard can be an effective tool to detect and track the health of aged structural components. In this regard, the acoustic wave propagation parameters of the material are capable of real-time health monitoring over the whole

structure. Wave propagation characteristics are strongly related to the elastic and microstructural properties of a material (Choi et al. 2018; Angulo et al. 2017; Gagar et al. 2014). Thus, slight variations in material properties caused by the aging process lead to an alteration in the wave propagation characteristics (Katunin et al. 2015; Park et al. 2014; Mouritz et al. 2000; Park et al. 2008). It was shown that the ultrasound technique shows effectiveness in evaluating aging in composite material (El Guerjouma et al. 2001). Hong and others showed the effectiveness of ultrasound wave propagation to evaluate HT aging (Hong et al. 1995). Also, the literature shows the potential ability of guided waves for successful detection and evaluation of defects/damage and progressive damages in composite structures. The symbolic time series analysis has shown a great potential in detecting barely visible indentation damages (Mustapha et al. 2016; Fakih et al. 2017).

Unconventional Thermoelastic Wave Generation in Polymer Composites. In this study, a novel approach was adopted for the generation of acoustic waves in CFRP material. Acoustic waves can be generated in composite material using a focused high-power laser beam of constant energy, which induces thermoelastic waves, which propagate in the material. The thermoelastic phenomenon is the result of the absorption of laser energy into the surface layer of the material, which results in a localized temperature increase. By setting suitable pulse energy parameters, the surface layer can be excited. This excitation of the layer results in the generation of acoustic waves. These waves are basically stress waves that are born due to the coupling between temperature and strain rate in a material. Due to the material's thermal conductivity, this heat travels through the media, generating heat waves. These heat waves create compression and rarefaction, which result in thermoelastic waves (Wang and Xu 2001; Lyamshev 1981).

Experimental Details

Fabrication of CFRP. A CFRP laminate was fabricated using bidirectional carbon fabric as the reinforcement and thermoset epoxy resin Araldite

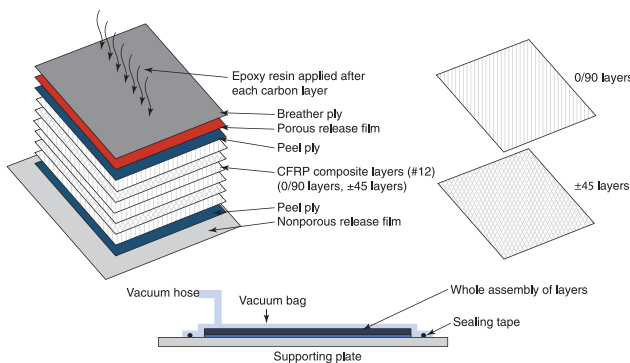


Figure 1. A schematic of composite laminate fabrication using the vacuum bagging technique.

Рис. 1. Схема виготовлення композитного ламінату з використанням методу вакуумного пакування

LY5052 as the matrix with a lay-up sequence of $[(0/90)_2(45)_2(0/90)_2]_5$. The schematic for laminate fabrication is shown in Figure 1. The laminate was cured at room temperature using the vacuum bagging fabrication process.

A plate thickness of 2.718 mm with a standard deviation of 0.042 mm was obtained. The laminate was cut to a size of 280 × 280 mm to fit in the hot water bath tank. The sensor positions were marked with circles. The schematic of the specimen is shown in Figure 4.

Accelerated Hygrothermal Aging To induce and accelerate the aging in CFRP, the laminate was kept in a hot water bath for HT treatment at the elevated temperature of 80 °C (353 K) for different durations up to 800 h.

The acoustic parameters were measured before HT and at time intervals of 24, 48, 72, 144, and finally at 792 h of HT treatment. A uniform temperature was maintained for the entire duration of the treatment. Moisture absorption was measured by the increase in the mass of the laminate. Mass measurements were taken nearest to the 0.0001 g. Figure 2 shows the plot of moisture absorption (m_t) against the duration of HT treatment. Initially, a rapid gain in moisture absorption was observed, and it tended to saturate as the treatment was prolonged.

Flexural Strength Tests. To evaluate the mechanical degradation occurring in the CFRP, three-point bending tests were performed at the end of each stage of HT treatment. A schematic of the setup is shown in Figure 3. Tests were performed as per ASTM D2344 M (ASTM 2016) using a universal testing machine of 25 kN capacity. The standard span-to-thickness ratio of 32:1 was adopted. The specimen length and width adopted were 120 mm and 13 mm, respectively.

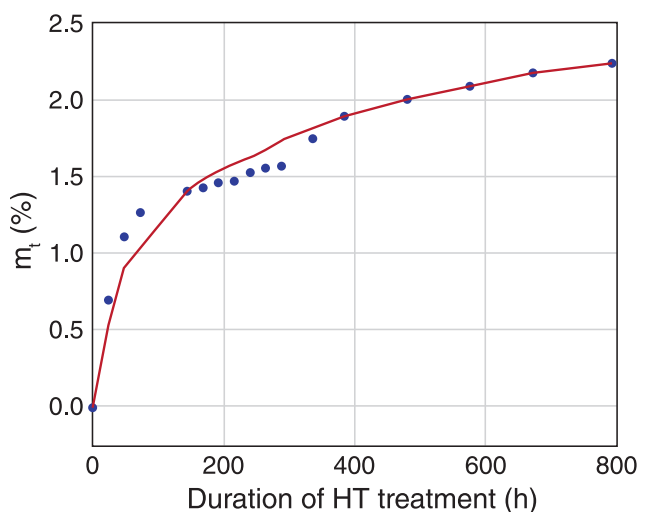


Figure 2. The moisture absorption (m_t) in the CFRP specimen for different durations of hygrothermal (HT) treatment.

Рис. 2. Поглинання вологи (m_t) у зразку вуглепластику для різної тривалості гідротермічної (ГТ) обробки

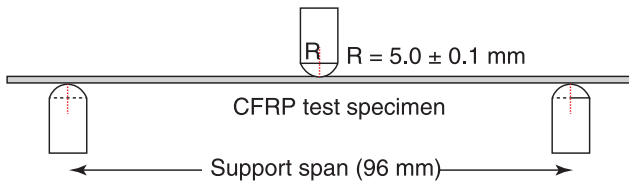


Figure 3. A schematic of the three-point-bending test.
Рис. 3. Схема випробування на триточковий вигин

The test results show the effect of HT aging on the flexural properties of CFRP (Figure 4). Overall changes in flexural modulus (E) and ultimate strength (σ_u) as a function of the duration of HT treatment were obtained and presented. It can be observed that both of these properties of composite specimens degraded considerably due to the HT treatment. The loss of ultimate strength of the specimens. The modulus was reduced by 7%, whereas the reduction in strength was found to be 26%. Also, the stiffness degradation in composite specimens was further correlated with the acoustic wave parameters obtained nondestructively.

Thermoelastic Wave Technique. In this study, the thermoelastic generation of acoustic waves by focused high-energy short-pulsed laser radiation on a composite laminate was experimentally demonstrated and its potential in evaluating the aged health of composite ma-

terials was investigated. External laser pulses ($\lambda = 1064$ nm) were irradiated over the laminate surface at a normal angle. The laser energy interacted with the laminate surface, which induced rapid localized heating, and thermoelastic expansion (that is, a high strain rate and thus emission of acoustic waves). The laser energy delivered per shot was 150 mJ with a pulse duration of 10 ns and over 8 mm of beam diameter with a wavelength of 1064 nm. The resulting parameters of the waves were studied by the acoustic emission transducers.

Those were plugged over the laser irradiated side of the laminate surface using vacuum grease. The schematic of the acoustic wave propagation and positioning of the sensors is shown in Figure 5. As for the acoustic waves, attenuation is governed by the following equation: reduction in stiffness was relatively lower as compared to the

$$A_1 = A_2 e^{-\alpha x} \quad (1)$$

where A_1 is the amplitude of the wave signal at the location of sensor 1, A_2 is the amplitude of the wave signal at the location of sensor 2, x is the distance between the sensors, and α is the acoustic attenuation coefficient for the composite material.

Two acoustic emission transducers (sensor 1 and sensor 2) were placed diagonally with 148 mm be-

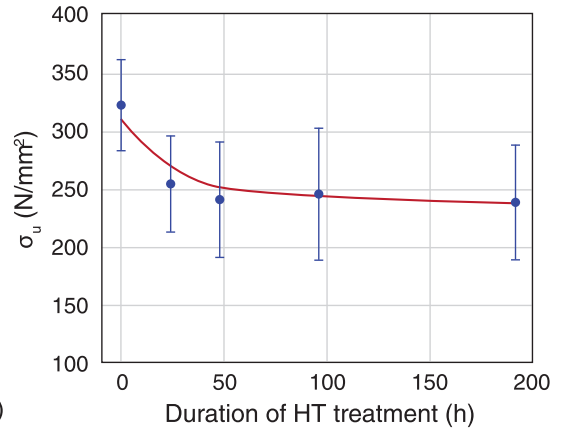
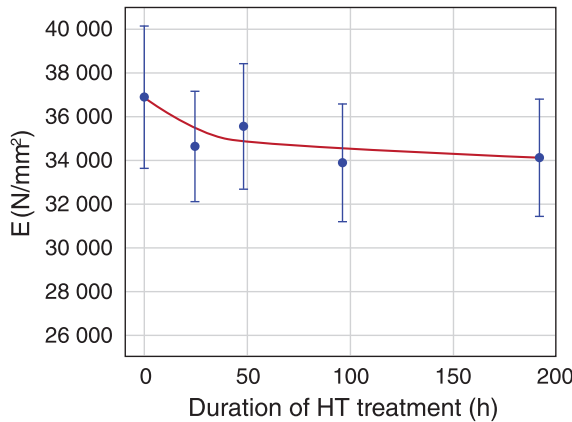


Figure 4. Plots showing mechanical degradation in CFRP with respect to the duration of HT treatment: (a) elastic modulus (E); (b) ultimate strength (σ_u).

Рис. 4. Графіки, що показують механічне руйнування у залежності від тривалості ГТ обробки: (а) модуль пружності (E); (б) межа міцності (σ_u)

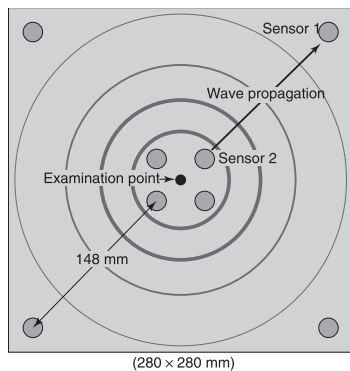


Figure 5. A schematic of wave propagation in the CFRP specimen along with the positions of the sensors.

Рис. 5. Схема поширення хвилі у зразку вуглепластику разом із положеннями датчиків

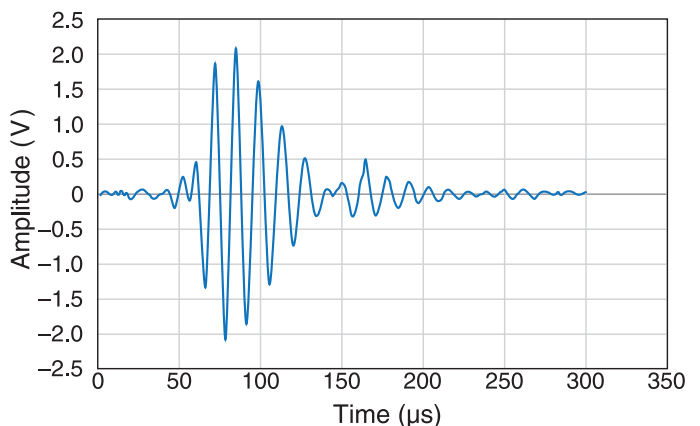


Figure 6. A typical ultrasound signal.

Рис. 6. Типовий ультразвуковий сигнал

tween them to receive the generated thermoelastic waves as shown in Figure 5. A typical ultrasound signal is shown in Figure 6. The signal amplitudes (A_1 and A_2) detected at sensor 1 and sensor 2 and the time taken by the signal to travel from sensor 1 to sensor 2 (dT) were recorded. Knowing the amplitudes measured by these sensors at their respective diagonals and the distance between them, the acoustic attenuation coefficient (α) was evaluated at each stage of HT treatment using Equation 1. Also, knowing the dT values and distance between the sensors, the wave velocity (V) was obtained using Equation 2, where x is 148 mm (distance between the sensors):

$$V = \frac{x}{dT} \quad (2)$$

through the material, its elastic and kinetic energies were absorbed and converted into heat. The HT aging in the specimen

Evaluation of Hygrothermal Aging using Wave Attenuation. The effect of HT treatment on the ther-

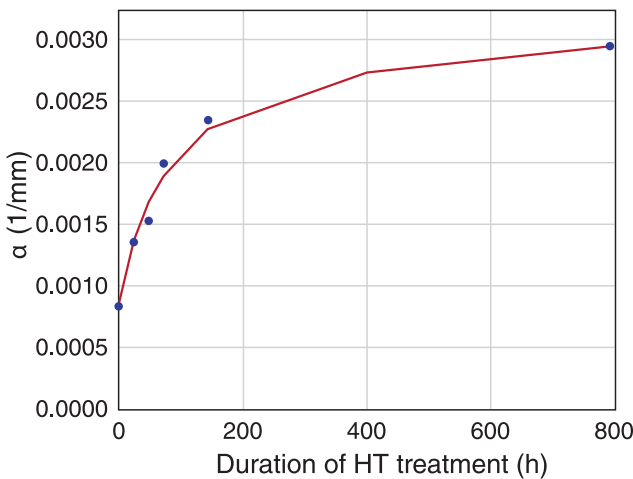
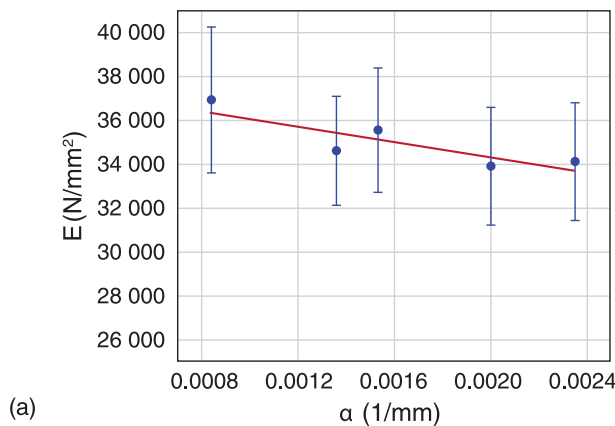


Figure 7. The effect of hygrothermal (HT) treatment on wave attenuation coefficient (α) in the CFRP specimen.

Рис. 7. Вплив гідротермічної (ГТ) обробки на коефіцієнт згасання хвилі (α) у зразку вуглепластику



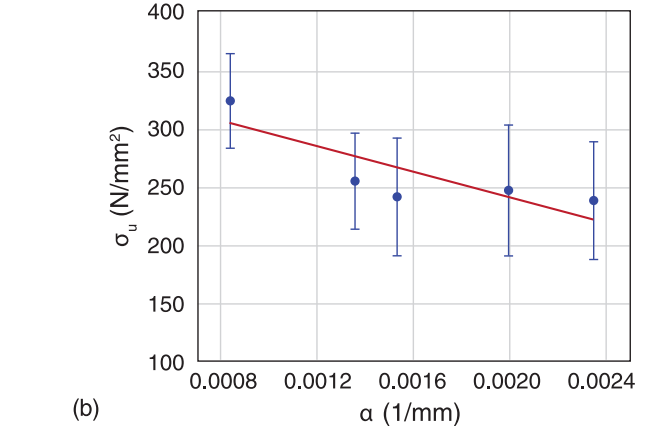
(a)

moelastic acoustic wave attenuation coefficient was found. Figure 7 presents a plot of the attenuation coefficient against the duration of the HT treatment in the CFRP specimens. This coefficient was calculated by the attenuation law using Equation 1 between the positions of sensor 1 and sensor 2. The coefficient has shown a considerable increase in the coefficient as the HT treatment was prolonged. This trend approximately follows a parabolic variation with respect to the extent of aging.

A gain in the attenuation coefficient indicated an increase in the damping properties of the CFRP composite material due to the HT treatment. While the thermoelastic wave passed resulted in altering the damping and impedance properties of the CFRP composite material, which resulted in more attenuation.

To predict the mechanical degradation in CFRP using nondestructive parameters, a correlation between elastic modulus and ultimate strength with the attenuation coefficient was established. The correlation is shown in Figure 8. Both of the mechanical properties of the material show a decreasing trend with respect to the attenuation coefficient obtained. Further, by generating a rigorous database, a strong relationship can be obtained. As this coefficient was evaluated using a nondestructive approach, this methodology can be an effective tool in estimating the mechanical degradation in CFRP composite materials.

Evaluation of Hygrothermal Aging Using Wave Velocity. An attempt was made to evaluate the effect of HT aging on the velocity of acoustic wave propagation through this nondestructive approach. The time taken (dT) by the waves to travel from the position of sensor 1 to sensor 2 (averaged over four diagonals) was recorded at each stage of HT treatment. An increase in the time taken by the wave to travel the distance of 148 mm was observed. Using Equation 2, the wave velocity was determined, and its trend with the duration of HT treatment is demonstrated in Figure 9. A consistent decrease in the trend was observed. Overall, an approximate 20% decrease



(b)

Figure 8. The correlation between mechanical parameters and attenuation coefficient (α) of CFRP: (a) elastic modulus (E); (b) ultimate strength (σ_u).

Рис. 8. Кореляція між механічними параметрами та коефіцієнтом згасання (α) вуглепластику: (а) модуль пружності (E); (б) межа міцності (σ_u)

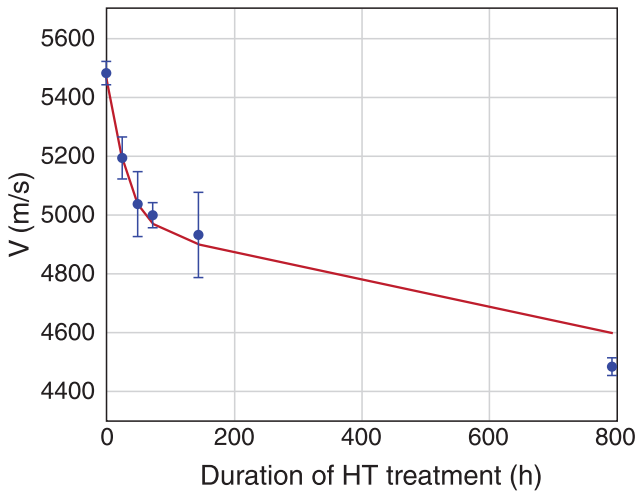
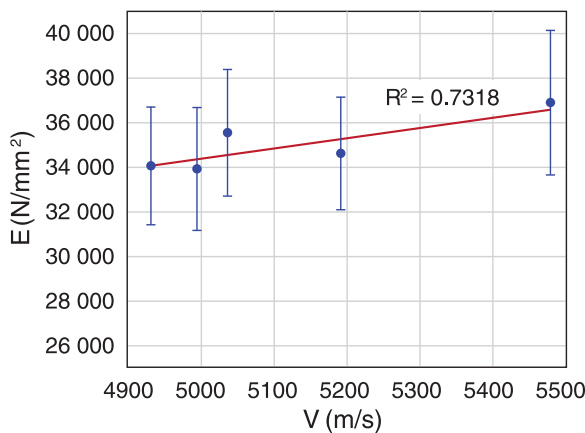
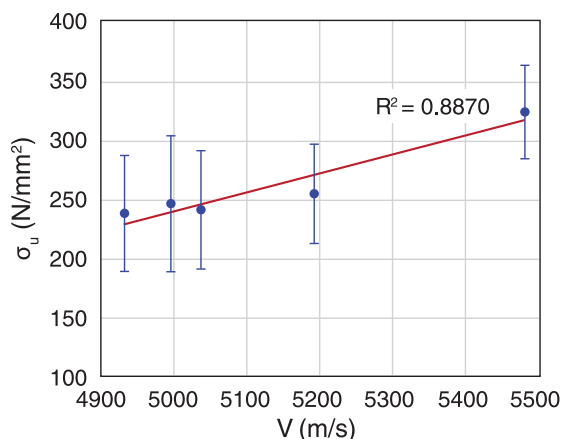


Figure 9. The effect of hygrothermal (HT) treatment on the velocity of thermoelastic wave propagation (V).
 Рис. 9. Вплив гігротермічної (ГТ) обробки на швидкість поширення термопружних хвиль (V)



(a)



(b)

Figure 10. The correlation between mechanical parameters of CFRP and thermoelastic wave velocity (V): (a) elastic modulus (E); (b) ultimate strength (σ_u).

Рис. 10. Кореляція між механічними параметрами вуглепластику та швидкістю термопружної хвилі (V): (а) модуль пружності (E); (б) межа міцності (σ_u)

in the velocity of wave propagation was found over 800 h of the treatment. The rate of velocity decrement was found to decrease as the aging prolonged. As the aging resulted in lowering the elastic properties of

CFRP, a decrease in the wave velocity was expected and the same is observed in Figure 9.

Further, a correlation of the elastic modulus and ultimate strength of CFRP with acoustic wave velocity was obtained. Figure 10 presents the trend of the mechanical properties with the velocity of wave propagation. Both of the properties show an increasing trend with respect to the wave velocity obtained. This indicates that the reduction in the velocity of propagation signifies a decrease in the health of the material. A straight-line fit goes fairly well with the data. With a rigorous database, a strong correlation can be made to evaluate the aged health of CFRP just by analyzing the wave parameters through this nondestructive approach.

Conclusion

An unconventional and unique NDT approach was presented through this study. Through the experiments, HT aging has shown a significant effect on the thermoelastic wave propagation characteristics in CFRP laminates. The aging was characterized on the basis of two thermoelastic wave parameters: wave amplitude and wave velocity. The attenuation, evaluated through wave amplitude, and wave velocity have shown significant changes as a result of aging. Thus, a gain in the attenuation coefficient and a decrease in the wave velocity can be effective parameters for monitoring the aging of this type of structure, as these have been correlated with mechanical properties of CFRP. This technique has the advantage of being a noncontact simulation of waves, which can be further developed into an effective health monitoring tool to form a strong relationship between the thermoelastic properties of CFRP and the extent of degradation due to HT aging. Hence, by listening to the sound, the aged health of CFRP composite material can be effectively evaluated through this novel and unconventional NDT technique.

References

- Angulo, A., J. Allwright, C. Mares, T.-H. Gan, and S. Souza, 2017, "Finite Element Analysis of Crack Growth for Structural Health Monitoring of Mooring Chains Using Ultrasonic Guided Waves and Acoustic Emission," *Procedia Structural Integrity*, Vol. 5, pp. 217–224, <https://doi.org/10.1016/j.prostr.2017.07.119>.
- ASTM, 2016, ASTM D2344/D2344M-16: Standard Test Method for ShortBeam Strength of Polymer Matrix Composite Materials and Their Laminates, ASTM International, West Conshohocken, PA.
- Choi, Y., S. Haider Abbas, and J.-R. Lee, 2018, "Aircraft Integrated Structural Health Monitoring using Lasers, Piezoelectricity, and Fiber Optics," *Measurement*, Vol. 125, pp. 294–302, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2018.04.067>.
- Cysne Barbosa, A.P., A.P.P. Fulco, E.S.S. Guerra, F.K. Arakaki, M. Tosatto, M.C.B. Costa, and J.D.D. Melo, 2017, "Accelerated Aging Effects on Carbon Fiber/Epoxy Composites," *Composites Part B: Engineering*, Vol. 110, pp. 298–306, <https://doi.org/10.1016/j.compositesb.2016.11.004>.
- El Guerjouma, R., J.-C. Baboux, D. Ducret, N. Godin, P. Guy, S. Huguet, Y. Jayet, and T. Monnier, 2001, "Non-Destructive Evaluation of Damage and Failure of Fibre Reinforced Polymer Composites Using Ultrasonic Waves and Acoustic Emission," *Advanced Engineering Materials*, Vol. 3, No.

8, p. 601–608, [https://doi.org/10.1002/1527-2648\(200108\)3:8%3C601::AID-ADEM601%3E3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/1527-2648(200108)3:8%3C601::AID-ADEM601%3E3.0.CO;2-9).

6. Fakhri, M. A., S. Mustapha, M.M. Alamdari, and L. Ye, 2017, “Symbolic Dynamics Time Series Analysis for Assessment of Barely Visible Indentation Damage in Composite Sandwich Structures Based on Guided Waves,” *Journal of Composite Materials*, **Vol. 5**, No. 29, pp. 4129–4143, <https://doi.org/10.1177/0021998317696138>.

7. Gagar, D., M. Martinez, and P. Foote, 2014, “Development of Generic Methodology for Designing a Structural Health Monitoring Installation Based on the Acoustic Emission Technique,” *Procedia CIRP*, **Vol. 22**, pp. 103–108, <https://doi.org/10.1016/j.procir.2014.07.122>.

8. Hong, G., A. Yalozis, and G.N. Frantziskonis, 1995, “Hygrothermal Degradation in Glass/Epoxy – Evaluation via Stress Wave Factors,” *Composite Structures*, **Vol. 30**, No. 4, pp. 407–417, [https://doi.org/10.1016/0263-8223\(94\)00063-8](https://doi.org/10.1016/0263-8223(94)00063-8).

9. Katunin, A., K. Dragan, and M. Dziendzikowski, 2015, “Damage Identification in Aircraft Composite Structures: A Case Study Using Various Nondestructive Testing Techniques,” *Composite Structures*, **Vol. 127**, pp. 1–9, <https://doi.org/10.1016/j.compstruct.2015.02.080>.

10. Korkees, F., C. Arnold, and S. Alston, 2018, “An Investigation of the Long-Term Water Uptake Behavior and Mechanisms of Carbon Fiber/977-2 Epoxy Composites,” *Polymer Engineering and Science*, **Vol. 58**, No. 12, pp. 2175–2184, <https://doi.org/10.1002/pen.24830>.

11. Lyamshev, L.M., 1981, “Optoacoustic Sources of Sound,” *Soviet Physics Uspekhi*, **Vol. 24**, pp. 977–995, <https://doi.org/10.1070/PU1981v024n12ABEH004757>.

12. Mouritz, A.P., C. Townsend, and M.Z. Shah Khan, 2000, “Non-Destructive Detection of Fatigue Damage in Thick Composites by Pulse-Echo Ultrasonics,” *Composites Science and Technology*, **Vol. 60**, No. 1, pp. 23–32, [https://doi.org/10.1016/S0266-3538\(99\)00094-9](https://doi.org/10.1016/S0266-3538(99)00094-9).

13. Moy, P., and F. E. Karasz, 1980, “Epoxy-Water Interactions,” *Polymer Engineering and Science*, **Vol. 20**, No. 4, pp. 315–319, <https://doi.org/10.1002/pen.760200417>.

14. Mustapha, S., L. Ye, X. Dong, and M.M. Alamdari, 2016, “Evaluation of Barely Visible Indentation Damage (BVID) in CF/EP Sandwich Composites using Guided Wave Signals,” *Mechanical Systems and Signal Processing*, **Vols. 76–77**, pp. 497–517, <https://doi.org/10.1016/j.ymsp.2016.01.023>.

15. Nogueira, P., C. Ramirez, A. Torres, M.J. Abad, J. Cano, J. Lopez, I. LopezBueno, and L. Barral, 2001, “Effect of Water Sorption on the Structure and Mechanical Properties of an Epoxy Resin System,” *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol. 80**, No. 1, pp. 71–80, [https://doi.org/10.1002/1097-4628\(20010404\)80:1<71::AID-APP1077>3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/1097-4628(20010404)80:1<71::AID-APP1077>3.0.CO;2-H).

16. Park, B., Y.-K. An, and H. Sohn, 2014, “Visualization of Hidden Delamination and Debonding in Composites through Noncontact Laser Ultrasonic Scanning,” *Composites Science and Technology*, **Vol. 100**, pp. 10–18, <https://doi.org/10.1016/j.compscitech.2014.05.029>.

17. Park, J.-W., D.-J. Kim, K.-H. Im, S.-K. Park, D.K. Hsu, A.H. Kite, S.-K. Kim, K.-S. Lee, and I.-Y. Yang, 2008, “Ultrasonic Influence of Porosity Level on CFRP Composite Laminates Using Rayleigh Probe Waves,” *Acta Mechanica Solida Sinica*, **Vol. 21**, No. 4, pp. 298–307, <https://doi.org/10.1007/s10338-008-0834-1>.

18. Sun, P., Y. Zhao, Y. Luo, and L. Sun, 2011, “Effect of Temperature and Cyclic Hygrothermal Aging on the Interlaminar Shear Strength of Carbon Fiber/Bismaleimide (BMI) Composite,” *Materials and Design*, **Vol. 32**, No. 8–9, pp. 4341–4347, <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2011.04.007>.

19. Wang, X., and X. Xu, 2001, “Thermoelastic Wave Induced by Pulsed Laser Heating,” *Applied Physics A*, **Vol. 73**, pp. 107–114, <https://doi.org/10.1007/s003390000593>.

20. Xiao, G.Z., and M. E. R. Shanahan, 1998, “Irreversible Effects of Hygrothermal Aging on DGEBA/DDA Epoxy Resin,” *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol. 69**, No. 2, pp. 363–369, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(19980711\)69:2%3C363::AID-APP18%3E3.0.CO;2-X](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4628(19980711)69:2%3C363::AID-APP18%3E3.0.CO;2-X).

21. Xiao, G.Z., M. Delamar, and M.E.R. Shanahan, 1997, “Irreversible Interactions between Water and DGEBA/DDA Epoxy Resin during Hygrothermal Aging,” *Journal of Applied Polymer Science*, **Vol. 65**, No. 3, pp. 449–458, [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-4628\(19970718\)65:3%3C449::AID-APP4%3E3.0.CO;2-H](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-4628(19970718)65:3%3C449::AID-APP4%3E3.0.CO;2-H).

22. Zhou, J., and J.P. Lucas, 1999, “Hygrothermal Effects of Epoxy Resin, Part I: The Nature of Water in Epoxy,” *Polymer*, **Vol. 40**, No. 20, pp. 5505–5512, [https://doi.org/10.1016/S0032-3861\(98\)00790-3](https://doi.org/10.1016/S0032-3861(98)00790-3).

Permission to Reprint, 23.09.2021:

The American Society for Nondestructive Testing, Inc.

CITATION

Materials Evaluation 79 (1): 55–60

<https://doi.org/10.32548/2021.me-04130>

©2021 American Society for Nondestructive Testing

Календар міжнародних конференцій та виставок 2022

| | | |
|---|---|---|
| 08.02 – 11.02 Wels, Austria | iCT - 11 th Conference on Industrial Computed Tomography 2022 | FHOÖ |
| 15.03 – 17.03 Erfurt, Germany | Fachtagung ZfP im Eisenbahnwesen | DGZfP |
| 05.04 – 07.04 Київ, Україна | XIV Міжнародна спеціалізована виставка «Київський технічний ярмарок» | Міжнародний виставковий центр |
| 24.04 – 27.04 Florence, Italy | Analysing Art 2022: New Technologies – New Applications | BINDT |
| 03.05 – 06.05 Stuttgart, Germany | Control 2022 | Schall Messen |
| 11.05 – 12.05 Київ, Україна | Конференція і виставка «Неруйнівний Контроль-2022» | Асоціація «ОКО» |
| 30.05 – 01.06 Київ, Україна | VI Міжнародна конференція «Титан 2022: Виробництво та застосування» | ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАНУ, МАС |
| 30.05 – 03.06 Incheon, Korea – postponed | 20 th World Conference on Non-Destructive Testing (WCNDT 2020) | KSNT |
| 04.07 – 07.07 Palermo, Italy | 10 th European Workshop on Structural Health Monitoring | |
| 10.07 – 15.07 Berlin, Germany | 26 th International Conference on Structural Mechanics in Reactor Technology | iASMiRT, DGZfP, TÜV NORD, swissnuclear, TU Kaiserslautern |

Початок. Продовження дивись на стор. 57

ГЕНЕРАЛЬНА АСАМБЛЕЯ МІЖНАРОДНОЇ АКАДЕМІЇ НЕРУЙНІВНОГО КОНТРОЛЮ

23-24 жовтня 2021 р. у м. Брешия (Італія) відбулася Генеральна асамблея Міжнародної академії неруйнівного контролю (ACADEMIA NDT International), в якій взяли участь 33 учасники з 18 країн світу. Засідання проходили в Центрі Павла VI (Centro Paolo VI) у гібридній формі, коли частина учасників використовувала послуги віддаленого конференц-зв'язку.

Крім діючих членів Академії були запрошені кандидати, які на цій сесії були затверджені в якості нових членів, а саме: Девід Аллейн (David Alleyne) з Імперіал Коледж Лондон (Imperial College London), Олена Ясюнієне (Elena Jasiuniene) з Каунаського Університету технологій (Kaunas University of Technology, Литва), Трібікрам Кунду (Tribikram Kundu) з університету Аризони (University of Arizona, USA), Анне-Франсуаза Обатон (Anne-Françoise Obaton) з Французького національного метрологічного інституту (French National Metrology Institute, Paris), Пол Панетта (Paul Panetta) з державного університету Айови (Iowa State University, USA), Роберт Рукер (Robert Rucker) з Мічиганського університету (University of Michigan, USA), Норітака Юза (Noritaka Yusa) з Японії, який представляє університет Тохоку



Учасники конференції у віддаленому конференц-зв'язку



Президент Міжнародної академії НК Д. Нардоні та А.-Ф. Обатон під час вручення їй диплому діючого члена Академії



Новообрани президент Петер Трампус і віце-президент Серж Дос-Сантос біля Центру Павла VI (Брешия)

(Tohoku University) і Реза Зоугі (Reza Zoughi). Від України брали участь Михайло Казакевич і Валентин Учанін (ФМІ ім. Г.В. Карпенка, Львів).

Згідно з традицією нові члени Академії виступили з науковими доповідями, серед яких найцікавішими були наступні (мовою оригіналу):

- Microwave and Millimeter Wave NDE – Tale of A Journey (Reza Zoughi);
- Hybrid NDT for Complex Aerospace Structures (E. Jasiuniene);
- LNE activities on additive manufacturing and non-destructive testing methods (A.-F. Obaton);
- Probabilistic analysis of NDT signals for modeling the uncertainty of NDT&E (N. Yusa).

Під час Генеральної асамблеї згідно з демократичними традиціями та за ініціативи її засновника і першого президента Джузеппе Нардоні (Giuseppe Nardoni) пройшла ротація керівного складу. Новим президентом Академії обрано Петера Трампуса (Peter Trampus), який відомий як колишній президент Європейської федерації НК. Петер відвідував Україну під час 6-ї Міжнародної конференції «Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity», яка пройшла в 2019 р. у Львові під егідою Європейського товариства з цілісності конструкцій (ESIS), де він є головою комітету № 17 з неруйнівного контролю. Він також пов'язаний з Україною як член редакційної колегії журналу «Фізико-хімічна механіка матеріалів», який видається Фізико-механічним інститутом НАН України.

Віце-президентами Академії стали Шант Кендеріан (Shant Kenderian) з The Aerospace Corporation (США) та Серж Дос Сантос (Serge Dos Santos) з Institut National des Sciences Appliquées Centre Val de Loire (Франція). Генеральним секретарем обрано Адріану Савін (Adriana Savin) з університету м. Ясси (Румунія). Членами Ради обрано також Зденека Преворовскі (Zdenek Prevorovsky) з Праги, Девіда Гілберта (David Gilbert) – головного редактора журналу «INSIGHT» (Великобританія) і Уве Еверта (Uwe Ewert) з Німеччини.

Приємно зазначити, що Адріана Савін нещодавно стала членом редакційної колегії нашого журналу «Технічна діагностика та неруйнівний контроль».

Під час Генеральної асамблеї було також затверджено основні напрямки роботи Академії на наступні роки, організацію спеціальних наукових сесій Академії на Світовій і Європейській конференціях з НК, координацію зусиль з затвердження нових навчальних програм та термін проведення наступної Генеральної асамблеї, яку заплановано провести в жовтні наступного року в Будапешті.

Валентин Учанін
ФМІ ім. Г.В. Карпенка, Львів

XX МІЖНАРОДНИЙ ПРОМИСЛОВИЙ ФОРУМ

Мета Промислового Форуму – підтримка та розвиток промисловості України!

З 16 по 19 листопада 2021 р. у Києві в Міжнародному виставковому центрі в умовах ковід-пандемії та пов'язаних з цим обмежень був успішно проведений ювілейний XX Міжнародний Промисловий Форум, який вкотре продемонстрував свій високий статус, підтверджений масштабом та популярністю серед учасників та відвідувачів. Число учасників, у тому числі дебютантів виставок, акцент на українському виробнику, різноманітність представленого обладнання, нові технологічні рішення, унікальні розробки, тематичні конференції зробили форум ефектним, наповненим, цікавим та результативним. В роботі Форуму взяли участь 232 компанії та організації з України та 30 – з-за кордону на площі 15000 м². За чотири дні роботи біля 9000 відвідувачів змогли ознайомитись з останніми досягненнями, розгорнутими на виставках Форуму: Металообробка, Гідравліка, Пневматика, УкрЗварювання, Автоматизація та робототехніка, Підйомно-транспортне та складське обладнання, УкрЛиття, Безпека виробництва.

МЕТАЛООБРОБКА. 110 компаній учасників розділу «Металообробка» знайомили відвідувачів Форуму з найновішим та універсальним металообробним обладнанням, інструментами та технологіями. Стенди зі Швейцарії, Туреччини та Чехії цього року містили значну кількість зразків обладнання. Лідери з продажу промислових лазерних комплексів АРАМІС, АЛІСТА, СТАН-КОМПЛЕКТ, ЕЛЬ-СЕЛ, ЮА-СТАЛЬ, МАШИНТЕХ представили на Форумі новітні лазерні технології для різання металу та зварювання. На своїх стендах компанії продемонстрували роботу цього обладнання у дії. Листозгинальні преси, ножиці, гільйотини та машину лазерного розкрою металу всесвітньо відомого бренду ВАУКАЛ демонстрував офіційний представник в Україні – Галсофт Сервіс. Лідер нанотехнологій в електроіскровій обробці металу ТМ SODICK (Японія) був представлений на Форумі компанією СОДИКОМ-ДНІПРО.

АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА РОБОТОТЕХНІКА. Впровадження роботизованих систем у виробничий процес – показник високого рівня розвитку компанії, її готовності відкривати для себе нові напрями та вступати в епоху Індустрії 4.0. Кооперація з такою компанією – це завжди прибутково та перспективно. На експозиції було представлено сучасні рішення для автоматизації підприємств, систем управління технологічними процесами та об'єктів промисловості загалом. Гості спостерігали за маніпуляціями роботів ТМ: АBB, CROBOTR, KAWASAKI ROBOTICS, ROVICOR, FANUC, KUKA, PANASONIC, MOTOMAN, знайомилися з найсучаснішими технологіями та матеріалами, інноваційними рішеннями для зварювання, плазмового розкрою металу, обробки поверхні та суміжних технологій. ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ САПР, ІНВЕСТИЦІЇ та ЗРОСТАННЯ, АПШАУ, СОФТПРОМ СОЛЮШНЗ не лише презентували свої напрацювання на стендах, а й ділилися ними на відкритих конференц-майданчиках. Близько 20 доповідей було присвячено темі «Індустрія 4.0».

ЗВАРЮВАННЯ. Виставка «УкрЗварювання» продемонструвала сучасну продукцію цього напрямку з широким спектром обладнання та технологій для зварювання, різання, обробки поверхні, нанесення захисних покриттів. На стендах учасників – компаній MAGMAWELD, БІНЦЕЛЬ УКРАЇНА ГМБХ, ДЖЕЙСІК УКРАЇНА, ІДЕЛЬ, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, КОРСАЛ, ПАТОН ІНТЕРНЕТІОНЛ, САММІТ, TESLAWELD, TRIADA-WELDING відвідувачі знайомилися з новинками в лінійці продукції. Вперше участь у виставці взяла компанія WELDMAN OÜ (Естонія). Відвідувачам пропонували товари та послуги для диджиталізації зварювального виробництва у рамках Індустрії 4.0. На стенді ІЕЗ ім. Є.О. Патона було представлено обладнання для зварювання труб різного сортаменту дугою, що обертається в





Демонстрація технології зварювання труб дугою, що обертається у магнітному полі, на стенді ІЕЗ ім. С.О. Патона магнітному полі, яке зацікавило багатьох відвідувачів виставки, та фахові науково-технічні журнали «Автоматичне зварювання», «Технічна діагностика та неруйнівний контроль», «Сучасна електрометалургія».

Вітчизняні виробники представили такі напрямки:

- ВІТАПОЛІС, ДНІПРОМЕТИЗ, ТМ.ВЕЛТЕК – матеріали власного виробництва для зварювання, наплавлення та напилення;
- АНДІС-ТЕХНО, ДОНМЕТ, ТЕСЛА, ПРОМ-ТЕХГРУП, ФАВОРИТ-АМ – порталні машини для термічного розкром металу;
- АТОН СЕРВІС, ФАБРИКА РУКАВНИХ ФІЛЬТРІВ – комплексні вирішення питань аспірації та промислової вентиляції.

Всі дні проведення Форуму відвідувачі спостерігали за зварювальними роботами від провідних світових виробників: ABB, CROBOTR, FANUC, KUKA, OTC DAIHEN, PANASONIC, YASKAWA MOTOMAN.

ЛИТТЯ. Цьогорічна виставка «УкрЛиття» була значно розширена. Провідні компанії в галузі ливарного виробництва презентували повний пакет послуг у своїй сфері. Яскраво заявив про себе дебютант виставки – УКРФАВОРИТ, ексклюзивний



Стенд компанії «ВІТАПОЛІС»



Стенд компанії «ПАТОН ІНТЕРНЕШНЛ»

представник EUROTEK FOUNDRY PRODUCTS LTD в Україні (компанія-лідер серед постачальників високоефективних матеріалів та інженерних рішень для організації та функціонування ливарного виробництва в Україні). INDEMAK презентувала свою компанію з виробництва плавильних індукційних печей та супутнього обладнання до них.

ДІЛОВА ПРОГРАМА. Ділову програму виставок склали 29 різнопланових заходів. Відмітимо деяких з них.

Конференція керівників та спеціалістів ливарної галузі України «Ливарне виробництво – основна заготівельна галузь базових галузей промисловості».

Товариство зварників України провело XV відкритий конкурс зварників «Золотий кубок Бенардоса–2021». Ця яскрава, жива, динамічна подія покликана підвищити престиж професії зварювальника з особливим духом змагання та почесними кубками переможцям. Учасники здобули емоції, нагороди, мотивацію рухатися далі до наступних перемог!

Конкурс проходив за трьома номінаціями:

- ручне дугове зварювання покритим електродом;
- дугове зварювання плавким електродом в активних газах;
- дугове зварювання вольфрамовим електродом в інертних газах.

У конкурсі взяли участь 25 зварювальників з десяти підприємств та двох навчальних закладів з



Переможці XV відкритого конкурсу зварників «Золотий кубок Бенардоса–2021»



Доповідь О.В. Павлія, ТОВ «НВФ Діагностичні прилади» восьми областей України. У їх числі: Полтавський ГЗК та Єристовський ГЗК (м. Горишні Плавні, Полтавська обл.), УМБР «Укргазспецбудмонтаж» (м. Красноград, Харківська обл.), «МК «АЗОВСТАЛЬ» (м. Маріуполь, Донецька обл.), «Хансавест Юкрейн» (м. Львів), ДП «МТП «Южний» (м. Южне, Одеська обл.), «Лемтранс» і КВПУ (м. Кам'янське, Дніпропетровська обл.), «Хансавокер» (Київська обл.), ВПУ (м. Кременчук, Полтавська обл.), Попаснянський ВРЗ (м. Попасна, Луганська обл.).

Конкурс традиційно проводився в два тури.

Тур I – теоретичний. Конкурсантам було запропоновано відповісти на 30 тестових питань. Ці питання наведені на сайті Одеського ТЗУ (tzu.od.ua/test/) і зварювальники завжди мають можливість перевірити свої знання та відповідно підготуватися до конкурсу W01. Положення зварних швів у всіх номінаціях визначалось шляхом жеребкування з усіх можливих положень.

Тур II – практичний. Для кожної номінації оргкомітетом були підготовлені окремі завдання зі зварювання зразків із матеріалів групи сталей.

Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України на відкритому майданчику провів конференцію з актуальних проблем зварювання та неруйнівного контролю:

- «Метод акустичної емісії для моніторингу відповідальних конструкцій» (М.А. Яременко, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ);
- «Гібридні технології зварювання» (В.Ю. Хаскін, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ);
- «Актуальні методи неруйнівного контролю зварних з'єднань» (О.В. Павлій, ТОВ «НВФ Діагностичні прилади», Київ);
- «Адитивне виготовлення та зварювання виробів з пластмас» (М.В. Юрженко, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ);



Стенд Українського товариства неруйнівного контролю та технічної діагностики



Стенд компанії «Новотест»

• «Оптичні методи діагностики відповідальних конструкцій та виробів» (В.В. Савицький, Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України, Київ).

НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ. Традиційно Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики проводить в рамках Форуму науково-технічний семінар з питань неруйнівного контролю в промисловості, але цього разу, з огляду на чергову хвилю коронавірусної хвороби і турботу про здоров'я потенційних учасників, ця традиція була порушена і семінар було перенесено.

В той же час Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики було представлене окремим стендом у виставковій залі, на якій також працювали стенди компаній НВФ «Ультракон», НВФ «Діагностичні прилади» і «Новотест».

ВДЯЧНІСТЬ. Окрему подяку висловлюємо всім медіа-партнерам Міжнародного Промислового Форуму – ключовим провідникам між виробником та споживачем! Рухаємось далі до нових перемог та чекаємо всіх на Міжнародному Промисловому Форумі-2022!

За матеріалами пост-релізу ТОВ «МВЦ»



Міжгалузовий учбово-атестаційний центр
Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона НАН України



Програми професійної підготовки на 2022 р.

| Шифр курсу | Найменування програми | | Тривалість | Строки проведення |
|---|---|---|-------------------------|--|
| 1. Підвищення кваліфікації інженерно-технічних працівників | | | | |
| 101 | Підтвердження професійної компетентності координаторів (керівників) зварювальних робіт згідно ДСТУ ISO 14731 «Координація зварювальних робіт. Завдання і функції» | сертифікація | 3 тижня (112 г) | березень, жовтень |
| 102 | | ресертифікація | 24 г | травень, липень, листопад |
| 103 | Розширення області сертифікації координаторів (керівників) зварювальних робіт | | 6 г | жовтень |
| 106 | Технічне керівництво зварювальними роботами при ремонті діючих трубопроводів (під тиском) | підготовка і атестація | 2 тижня (72 г) | за узгодженням з замовником |
| 107 | | переатестація | 22 г | |
| 109 | Технічне керівництво роботами по контактному стиковому зварюванню залізничних рейок. | | 72 г | лютий-грудень |
| 111 | Підготовка і атестація голів комісій з атестації зварників - експертів Українського атестаційного комітету зварників (УАКЗ) | | 3 тижня (112 г) | квітень, грудень |
| 112 | Розширення області атестації голів комісій з атестації зварників – експертів УАКЗ (згідно НПАОП 0.00-1.16-96) | | 8 г | травень, грудень |
| 1121 | Розширення повноважень експертів УАКЗ на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1 | | 32 г | червень |
| 1122 | Розширення повноважень експертів УАКЗ на право атестації зварників пластмас згідно ДСТУ EN 13067 | | 72 г | травень |
| 113 | Підготовка і атестація членів комісій по атестації зварників: | фахівців технологічних служб, відповідальних за організацію атестації зварників | 2 тижня (72 г) | по мірі комплектування груп |
| 114 | | фахівців служб технічного контролю, відповідальних за контроль зварних з'єднань (включаючи спеціальну підготовку до атестації по візуально-оптичному методу контролю) | 2 тижня (74 г) | |
| 115 | | фахівців служб охорони праці підприємств | 2 тижня (74 г) | |
| 116 | Розширення області атестації членів комісій по атестації зварників – фахівців технологічних служб по зварюванню (згідно НПАОП 0.00-1.16-96) | | 6 г | травень |
| 117 | Розширення повноважень членів комісій по атестації зварників – фахівців технологічних служб по зварюванню на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1 | | 32 г | по мірі комплектування груп |
| 118 | Розширення повноважень членів комісій по атестації зварників – фахівців з технічного контролю на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1 | | 24 г | |
| 119 | Підтвердження повноважень (переатестація) голів комісій з атестації зварників - експертів УАКЗ з розширенням повноважень на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1 | | 32 г | січень, березень, травень, жовтень, листопад |
| 120 | Підтвердження повноважень (переатестація) членів комісій по атестації зварників: | фахівців технологічних служб по зварюванню з розширенням повноважень на право атестації зварників згідно ДСТУ EN ISO 9606-1 | 32 г | січень, березень, травень, жовтень |
| 121 | | фахівців з технічного контролю | 16 г | |
| 122 | | фахівців з технічного контролю (включаючи спец. підготовку до атестації по візуально-оптичному методу контролю) | 36 г | |
| 123 | | фахівців з охорони праці | 16 г | |
| 130 | Перепідготовка фахівців зварювального виробництва по програмах Міжнародного інституту зварювання (МІЗ) із присвоєнням кваліфікації: | Міжнародний інженер із зварювання | 453/ 128 г ¹ | квітень, листопад |
| 132 | | Міжнародний технолог із зварювання | 372/91 г ¹ | |
| 134 | | Міжнародний спеціаліст із зварювання | 248/60 г ¹ | |
| 135 | | Міжнародний практик із зварювання | 114 г | за узгодженням з МІЗ |
| 136 | | Міжнародний дизайнер (конструктор) із зварювання | 40 г | |
| 137 | | Міжнародний інспектор із зварювання | повного рівня | |
| 140 | стандартного рівня | | 170 г | |
| 139 | базового рівня | | 115 г | |
| 149 | | фахівців, які мають кваліфікацію «Міжнародний інженер / технолог із зварювання» | 76/78 г | вересень |
| 141 | Металографічні дослідження металів і зварних з'єднань | спеціальна підготовка і атестація | 2 тижня (72 г) | липень |
| 142 | | переатестація | 22 г | квітень, липень, вересень |
| 143 | Фізико-механічні випробування матеріалів і зварних з'єднань | спеціальна підготовка і атестація | 2 тижня (72 г) | по мірі комплектування груп |
| 144 | | переатестація | 20 г | |
| 145 | Емісійний спектральний аналіз (стилоскопіювання) металів і сплавів | спеціальна підготовка і атестація | 2 тижня (74 г) | |
| 146 | | переатестація | 22 г | |
| 151 | Виробництво зварювальних матеріалів: організація, технології і системи управління якістю | | 2 тижня (72 г) | за узгодженням з замовником |

| Тематичні семінари (можливе проведення на території замовника) | | | |
|---|--|--------------|----------------------------|
| 161 | Нормативно-технічна документація у зварювальному виробництві, стан і перспективи | 2 дні (16 г) | березень, червень, жовтень |
| 162 | Забезпечення якості зварювання. Вимоги національних і міжнародних стандартів | 2 дні (16 г) | квітень, червень, жовтень |
| 163 | Виготовлення конструкцій із сталі згідно вимог ДСТУ EN 1090 | 32 г | лютий |

2. Підвищення кваліфікації педагогічних працівників системи професійної освіти в галузі зварювання

| | | | |
|-----|--|-------|-----------------------------|
| 203 | Підвищення кваліфікації майстрів (інструкторів) виробничого навчання із зварювання | 110 г | за узгодженням з замовником |
| 204 | Підвищення кваліфікації викладачів спеціальних дисциплін професійно-технічних навчальних закладів по напрямку «Зварювання» | 40 г | |

3. Професійна підготовка, перепідготовка і підвищення кваліфікації кваліфікованих робітників в галузі зварювання і споріднених технологій

(з присвоєнням кваліфікації відповідно до національної і міжнародної кваліфікаційних систем)

Курсова підготовка ЗВАРНИКІВ:

| | | | |
|-----|---|------------------|---|
| 301 | ручного дугового зварювання покритими електродами (ММА) (з присвоєнням національної і міжнародної кваліфікації) | 9 тижнів (356 г) | постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією) |
| 302 | ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах (TIG) (з присвоєнням національної і міжнародної кваліфікації) | 5 тижнів (192 г) | |
| 304 | механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) (з присвоєнням національної і міжнародної кваліфікації) | 7 тижнів (276 г) | |
| 306 | автоматичного дугового зварювання під флюсом / в захисних газах | 3 тижня (112 г) | |
| 308 | контактного (пресового) зварювання рейок з атестацією відповідно ДСТУ EN 14732 | 3 тижня (112 г) | |
| 309 | пластмас (зварювання трубопроводів з поліетиленових труб) з атестацією відповідно до ДСТУ EN 13067 | 5 тижнів (196 г) | |

Підготовка зварників по програмах Міжнародного інституту зварювання із присвоєнням кваліфікації:

| | | | |
|-----|--|--------------------------|---|
| 310 | Міжнародний зварник кутових швів (IFW) з атестацією по EN ISO 9606-1 | 130 – 210 г ² | постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією) |
| 312 | Міжнародний зварник плоских з'єднань (IPW) з атестацією по EN ISO 9606-1 | 250 – 380 г ² | |
| 315 | Міжнародний зварник труб (ITW) з атестацією по EN ISO 9606-1 | 360 - 510 г ² | |
| 318 | Міжнародний практик-зварник (IWP) з атестацією по EN ISO 9606-1 | 35 - 153 г ² | |

Перепідготовка ЗВАРНИКІВ із присвоєнням кваліфікації «Міжнародний зварник»: (IFW, IPW, ITW)

| | | | |
|-----|---|-----------------------|---|
| 321 | перепідготовка зварників ручного дугового зварювання покритими електродами (ММА) з атестацією по ДСТУ EN ISO 9606-1 | 76-112 г ² | постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією) |
| 322 | перепідготовка зварників механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) з атестацією по ДСТУ EN ISO 9606-1 | 76-112 г ² | |
| 323 | перепідготовка зварників ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах (TIG) з атестацією по ДСТУ EN ISO 9606-1 | 76-112 г ² | |

Підвищення кваліфікації ЗВАРНИКІВ:

| | | | |
|-----|--|----------------|---|
| 330 | ручного дугового зварювання покритими електродами | 2 тижня (72 г) | постійно, (індивідуальна підготовка за модульною технологією) |
| 331 | ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах | 2 тижня (72 г) | |
| 333 | механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) | 2 тижня (72 г) | |
| 334 | механізованого дугового зварювання порошковим дротом | 2 тижня (72 г) | |

Курсова підготовка контролерів неруйнівного контролю:

| | | | |
|-----|---|-----------------------|--|
| 343 | Спеціалізація – візуально-оптичний контроль | 72/196 г ³ | індивідуальна підготовка за узгодженням з замовником |
| 344 | Спеціалізація – радіографічний контроль | 72/196 г ³ | |
| 345 | Спеціалізація – ультразвуковий контроль | 72/196 г ³ | |
| 346 | Спеціалізація – магнітопорошковий контроль | 72/196 г ³ | |
| 347 | Спеціалізація – капілярний контроль | 72/196 г ³ | |

4. Атестація персоналу зварювального виробництва

| | | | |
|-----|--|------|--|
| 400 | Атестація координаторів (керівників) зварювальних робіт відповідно до ДСТУ ISO 14731 | 8 г | проводиться по закінченні курсів 101-109 |
| 401 | Спеціальна підготовка і атестація зварників відповідно до НПАОП 0.00-1.16-96 і стандартів ДСТУ EN ISO 9606-1,2,3,4,5, ДСТУ ISO 14732 | 72 г | постійно |
| 402 | Додаткова і позачергова атестація зварників згідно з НПАОП 0.00-1.16-96 | 24 г | |
| 403 | Періодична атестація зварників відповідно до НПАОП 0.00-1.16-96, ДСТУ EN ISO 9606-1,2,3,4,5 | 32 г | |
| 405 | Спеціальна підготовка і атестація зварників авіаційної промисловості відповідно до ДСТУ EN ISO 14731 | 72 г | |

| | | | | | |
|-----|---|-------------------------|---|--|-----------------------------------|
| 406 | Періодична атестація зварників відповідно до міжнародного (європейського) стандарту EN ISO 9606-1 | 24 г | постійно | | |
| 407 | Спеціальна підготовка і атестація операторів автоматичного зварювання плавленням відповідно до стандарту ДСТУ ISO 14732 | 72 г | | | |
| 411 | Спеціальна підготовка і атестація зварників на допуск до виконання зварювальних робіт при ремонті діючих магістральних трубопроводів (під тиском) | 3 тижня (112 г) | за узгодженням з замовником | | |
| 412 | Періодична атестація зварників на допуск до виконання зварювальних робіт при ремонті діючих магістральних трубопроводів (під тиском) | 32 г | | | |
| 413 | Періодична атестація операторів-зварників контактної-стикового зварювання рейок відповідно до ДСТУ ISO 14732 і СОУ 35.2-00017584-030-1:2009 (проводиться по закінченню курсу 308) | 32 г | | | |
| 414 | Атестація зварників пластмас відповідно до ДСТУ EN 13067 (зварювання трубопроводів з поліетиленових труб) | | проводиться по закінченню курсу 309 | | |
| 415 | Періодична атестація зварників пластмас (зварювання трубопроводів з поліетиленових труб) відповідно до ДСТУ EN 13067 | 32 г | щокварталу | | |
| 421 | Спеціальна підготовка дефектоскопістів до сертифікації згідно ДСТУ EN 9712 | ультразвуковий контроль | 32/36 / 64 (I рів) г ⁴ | індивідуальна підготовка за узгодженням з замовником | |
| 423 | | | 40/48 / 72/80 /144 (II рів) г ⁴ | | |
| 427 | | | радіографічний контроль | | 36/40 72 (I рів) г ⁴ |
| 430 | | | 40/48 / 76/80 / 152 (II рів) г ⁴ | | |
| 433 | | | візуально-оптичний контроль | | 16/20 / 30 (I рів) г ⁴ |
| 436 | | | 20/24 / 35/40 / 70 (II рів) г ⁴ | | |
| 448 | Переатестація операторів-зварників контактної-стикового зварювання рейок відповідно до вимог ДСТУ ISO 14732 і СОУ 35.2-00017584-030-1:2009 | 32 г | лютий | | |

5. Тренінги, тестування і підтвердження кваліфікації

| | | | |
|-----|--|-----------------------|-----------------------------|
| 501 | Професійне тестування і підтвердження кваліфікації зварників механізованого дугового зварювання плавким електродом в захисних газах (MIG/MAG) | 4 – 12 г ⁵ | за узгодженням з замовником |
| 502 | Професійне тестування і підтвердження кваліфікації зварників ручного дугового зварювання неплавким металевим електродом в інертних газах (TIG) | 4 – 12 г ⁵ | |
| 503 | Професійне тестування і підтвердження кваліфікації зварників ручного дугового зварювання покритими електродами (MMA) | 4 – 16 г ⁵ | |
| 512 | Практичні тренінги з різних способів зварювання | 8 – 32 г ⁵ | |

¹ - Тривалість навчання визначається залежно від базової професійної підготовки і досвіду роботи у зварювальному виробництві.

² - Тривалість навчання залежить від спеціалізації.

³ - Тривалість програми визначається за результатами вхідного тестування.

⁴ - Тривалість навчання вказується в направленні ОСП (орган по сертифікації персоналу).

⁵ - Тривалість програми залежить від умов і характеру випробувань.

- За узгодженням із Замовниками можливе проведення навчання по інших програмах, що не ввійшли в даний перелік.
- На період навчання слухачам надається житло з оплатою за готівку.
- Вартість навчання визначається при укладанні договору.
- Для прийому на навчання необхідно направити заяву із зазначенням шифру курсу, кількості фахівців і поштових реквізитів підприємства.

Україна, 03150, м. Київ, вул. Антоновича, 56 Тел. (044) 294-61-65; 294-61-67, 200-82-80, 200-81-09,
E-mail: paton_muac@ukr.net, http://muac.kpi.ua

ЖУРНАЛИ для професіоналів



Видається з 1948 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0005-111X
doi.org/10.37434/as
Передплатний індекс 70031

Видається з 2000 р.
Виходить 12 разів на рік
ISSN 0957-798X
doi.org/10.37434/rwj
Передплатний індекс 21791



Видається з 1989 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 0235-3474
doi.org/10.37434/tdnk
Передплатний індекс 74475



Видається з 1985 р.
Виходить 4 рази на рік
ISSN 2415-8445
doi.org/10.37434/sem
Передплатний індекс 70693

ДАТИ, ПОДІЇ, ФАКТИ З ІСТОРІЇ ТЕХНІЧНОГО КОНТРОЛЮ

1 жовтня 1934 р. Президія АН УРСР затвердила директором Інституту електрозварювання Євгена Оскаровича Патона (1870–1953 рр.). Для визнання зварювання як надійного технологічного процесу знадобились комплексні дослідження механіки зварних конструкцій, металургійних процесів і металознавства зварювання, фізики дугового розряду. Необхідно було створити апаратуру, матеріали і нові технології зварювання та випробування. Саме для цих цілей і був створений перший в світовій практиці інститут, що в наступні роки зайняв лідируючі позиції в розвитку зварювальної науки і техніки.



1 жовтня 1948 р. почалась експлуатація газопроводу Дашава-Київ. Будівництво трубопроводу розпочалося в 1946 р. і вже за два роки він був готовий до транспортування природного газу. Загальна протяжність – 509,6 км, діаметр труби – 500 мм, пропускна здатність – 1,5 млн м³ за добу. В цьому ж 1948 р. природний газ із цієї труби отримав і Тернопіль. Цей день можна вважати днем народження теперішнього «Укртрансгазу». В 1951 р. газопровід був продовжений з Києва через Брянськ до Москви.



3-7 жовтня 1926 р. в Празі відбувся Перший український науковий з'їзд – форум українських науковців в екзилі. Голова оргкомітету з'їзду – академік Іван Горбачевський. З'їзд розпочав роботу в Геологічному інституті Праги в присутності українських і чеських учених та представників емігрантських організацій у Чехії. Робота з'їзду відбувалась у 4 секціях: історично-філологічній; права і суспільних наук; природничій; технічно-математичній. Загалом відбулись 41 засідання та обговорення 154 доповідей. Робота секцій проходила у стінах Карлового університету.



11 жовтня 1928 р. дирижабль «Граф Цепелін LZ 127» вирушив у свій перший міжконтинентальний рейс із Фрідріхсгафена. Через 111 годин він був у США. Свою назву отримав на честь німецького піонера дирижаблів жорсткої системи графа Цепеліна. LZ 127 мав найщасливішу долю з усіх побудованих за всю історію повітроплавання півтораєста жорстких дирижаблів. За дев'ять років експлуатації «Граф Цепелін» провів у повітрі близько 17 200 годин, виконав 590 польотів в різні країни світу, подолав майже 1,7 млн. км, перевіз 13 110 пасажирів і близько 70 т вантажів і пошти, при цьому 143 рази перетнув Атлантичний океан і 1 раз – Тихий. Однією з проблем таких дирижаблів є підтримання герметичності оболонки.



14 жовтня 1948 р. відбувся перший історії авіації надзвуковий політ. Його виконав пілот Чарльз Єгер на експериментальному літаку «Белл Х-1» з рідинним реактивним двигуном, якими оснащувались бомбардувальники «Боїнг В-29», і досяг швидкості 2600 км/год. Планер літака був виконаний з високоміцного алюмінію, паливні баки були зварені зі сталі. Зварювання також застосовували для виготовлення деталей планера. Виготовлення літака супроводжувалось численними операціями випробувань, неруйнівного контролю та контролю герметичності.



15 жовтня 1964 р. відбулася офіційна церемонія запуску нафтопроводу «Дружба». Він збудований для транспортування нафти з Росії в країни Європи. Загальна довжина – близько 5200 км. Маршрут нафтопроводу проходить від Альмет'євська через Самару, Брянськ (Росія) до Мозиря (Білорусь), де розгалужується на дві гілки: північну (через Білорусь, Польщу та Німеччину) і південну (через Україну, Чехію, Словаччину й Угорщину). Будівництво трубопроводів супроводжується великим обсягом робіт зі зварювання та технічного контролю.



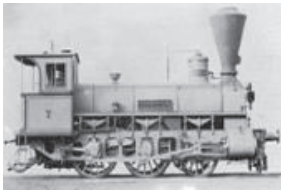
22 жовтня 1967 р. під час проведення Всесвітньої виставки відвідувачі могли познайомитися з найбільшим у світі просто неба геодезичним куполом, діаметром 76 м та 62 м заввишки, відомим як Монреальська біосфера. Купол побудований з використанням приблизно 65000 частин, у тому числі 13 км екструдованих алюмінієвих трубок, зварених у шестикутники. У ньому немає жодних внутрішніх опор і вся 80-тонна конструкція лежить на п'яти заповнених бетоном пілонах. 5 червня 1995 р. там було відкрито музей Біосфера, який присвяченим водній екосистемі.



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



25 жовтня 2007 р. розпочато експлуатацію авіалайнера А380 – широкофюзеляжного двопалубного пасажирського літака, найбільшого серійного авіалайнера у світі. За словами працівників, найскладнішим завданням при створенні літака стала проблема зниження його маси. Місткість – 525 пасажирів у салонах трьох класів, 853 пасажирів в однокласовій конфігурації. Для зниження маси літака використовувались прогресивні технології зварювання та покращені алюмінієві сплави. На нижніх панелях фюзеляжу застосовано лазерне зварювання стрингерів та обшивки, що суттєво знизило кількість кріплень. У виробництві літаків застосовано велику кількість випробувальних та контрольних операцій.



4 листопада 1861 р. до Львова прибув перший поїзд з Кракова (через Перемишль) по новозбудованій Галицькій залізниці ім. Карла Людвіга. Зі Львова залізницю продовжили до Бродів (1869 р.). З Красного було прокладено відгалуження до Золочева, Зборова, Тернополя і Підволочиська (1871 р.). У південному напрямку залізниця вела з Кракова до Цешина і далі до Угорщини. Відтинок залізниці від кордону до Львова вважається першою на території України залізницею. Паровози Галицької залізниці закуплялись впродовж 1858-1884 рр. на паровозобудівних підприємствах Німеччини і Австро-Угорщини.



6 листопада 1960 р. у Києві пущено першу чергу метрополітену – ділянка Святошино-Броварської лінії від станції «Вокзальна» до станції «Дніпро». Одночасно було запущено перше депо для технічного огляду і ремонту. Депо розташовувалося у невеликому будинку, поблизу від наземного вестибюля станції «Дніпро», і було розраховано на два вагони. Згодом були створені технічні служби дефектоскопії рельсового шляху, рухомого складу та ескалаторів.



13 листопада 1927 р. було відкрито Тунель Голланда – перший у світі підводний подвійний автомобільний тунель під річкою Гудзон, що з'єднує Нью-Йорк з Джерсі-Сіті. Тунель був побудований в 1920–1927 рр. за проектом Кліффорда Голланда. Тунель отримав ім'я Голланда після його смерті, що сталася до завершення будівництва. Це один із найстаріших тунелів з механічною вентиляцією – 84 вентилятори забезпечують обмін повітря в тунелі кожні 90 с. У 1982 р. Тунель Голланда був визнаний національним історичним пам'ятником цивільної і механічної Інженерії, а у 1993 р. – національним історичним пам'ятником.



14 листопада 1918 р. гетьман Павло Скоропадський підписав Закон про заснування Української Академії наук. Затверджений закон ухвалював статут Академії, визначав її структуру та організацію, процедуру прийняття рішень, обговорював бюджет. Складався з 9 статей. Набув чинності 27 листопада 1918 р. Першим президентом обрано академіка Володимира Вернадського – українського та російського науковця, природознавця, засновника геохімії, біогеохімії та радіогеології, вчення про біосферу, ноосферу, космізм. Згодом розпочалось формування установ Академії наук.



17 листопада 1869 р. в Єгипті офіційно відкрили Суецький судноплавний канал, який з'єднує Середземне й Червоне моря та дозволяє сполучення між Європою й Азією максимально коротким шляхом, замість обходу Африки або перевезення вантажів сушею. Він проходить між Порт-Саїдом на півночі й Суецом на півдні. Початкова довжина каналу становила 162,5 км, а його глибина – 8 м. Станом на 2010 р. довжина Суецького каналу становила 193,30 км, глибина – 24 м та ширина – 205 м. Це найбільший завантажений міжнародний морський судноплавний коридор у світі. Канал не має шлюзів: морська вода вільно прямує каналом у Велике Гірке озеро з Червоного моря та водночас замінює випаровану воду. Підтримка такого каналу в робочому стані вимагає щоденної роботи технічних служб.



18 листопада 1987 р. зійшли з конвеєра перші серійні «Таврії» ЗА3-1102 передньопривідні автомобілі із кузовом типу хетчбек, які вироблялися на Запорізькому автомобілебудівному заводі у 1988–1997 рр. Під час підготовки автомобіля було отримано та впроваджено в життя 26 авторських свідоцтв. За весь час виробництва автомобілі сімейства ЗА3-110х вироблялися в десятках конфігурацій. Використовувалося кілька двигунів об'ємом від 1,1 до 1,3 літра (карбюраторні й інжекторні), різні інтер'єри, праворульні варіанти, варіанти з вакуумним підсилювачем гальм і без нього, кілька варіантів з кузовом «фургон» і т. д. Двигуни були виробництва Мелітопольського моторного заводу

20 листопада 1996 р. у бік Марса запущено «Delta II Heavy» – ракету другого покоління ракет-носіїв сімейства «Дельта». Розроблено та сконструйовано авіабудівною компанією «McDonnell Douglas». Ракети другого покоління називались «тяжкими», оскільки застосовувались для доставки на орбіту важких вантажів. Застосування зварювання тертям з перемішуванням зробило шви і стики ракети легше, тому конструкція вийшла міцною і витримувала величезні навантаження під час польоту. Паливні баки ракет контролюють на герметичність різними методами.



23 листопада 1903 р. народився Олександр Івченко (помер 1 липня 1968 р.), український авіаконструктор, академік АН УРСР, керівник розробки поршневих, турбореактивних двигунів для багатьох типів літаків. З 1945 р. конструкторське бюро, яке очолював Олександр Івченко, створило двигуни до літаків Ту-95, Ту-114, Ан-8, Ан-10, Ан-12, Ан-24, Іл-18, Як-40 та двигуни вертольотів. Конструкторське бюро переросло у провідне підприємство України – АТ «Мотор Січ». Відділ технічного контролю підприємства використовує в своїй роботі методи та засоби дефектоскопії та течешування.



27 листопада 1918 р. народився Борис Євгенович Патон (помер в 2020 р.) – видатний український вчений у галузі зварювання, металургії та матеріалознавства. Видатний громадський діяч та талановитий організатор науки, академік Національної академії наук України, Академії наук СРСР, Президент НАН України, Міжнародної асоціації академії наук, директор Інституту електрозварювання ім. Є.О. Патона, заслужений діяч науки та техніки УРСР, лауреат Ленінської та Державних премій СРСР та України, двічі Герой Соціалістичної Праці, Герой України. Разом зі своїм батьком, Євгеном Оскаровичем Патonom, створив всесвітньо відому патонівську науково-інженерну школу.



29 листопада 2016 р. на Чорнобильській АЕС було встановлено новий захисний конфаймент над зруйнованим блоком, він став найбільшою на цей час рухомою спорудою в світі. В листопаді 2016 р. почалося насування арки над четвертим енергоблоком ЧАЕС. Швидкість насування склала 10 м/год, а тривав процес близько двох тижнів. За рік після його встановлення, незважаючи на продовження будівництва, рівень радіації поблизу арки знизився в 10 разів. 10 липня 2019 р. конфаймент було введено в експлуатацію. Проектний термін його експлуатації складає 100 років. На спорудженні нового саркофага працював великий загін дефектоскопістів.



5 грудня 2014 р. успішно стартував космічний корабель «Оріон», який прийшов на зміну космічним човникам «Space Shuttle». Примітним при цьому корабля є застосування зварювання тертям з перемішуванням. Інженери «Marshall Space Flight Center» НАСА розробили інноваційний інструмент для зварювання тертям із перемішуванням. Крім космонавтики, нова технологія використовується у виробництві корпусів кораблів, вагонів, крил і фюзеляжів літаків, викликавши необхідність створення нових способів та засобів неруйнівного контролю.



6–7 грудня 1994 р. в одній з аудиторій корпусу 20 Київського політехнічного інституту проведена перша в Україні виставка засобів неруйнівного контролю. Організаторами виставки були кафедра «Прилади і системи неруйнівного контролю» КПІ (проф. С.М. Масєвський) та НВФ «Ультракон» (В.І. Павлій, І.В. Павлій). На виставці були продемонстровані засоби ультразвукового, магнітного, вихрострумowego, капілярного контролю, товщинометрії, твердометрії, вібродіагностики тощо. Одночасно проведено семінар, де виступили розробники з Києва, Харкова, Дніпра, Донецька, Львова, Миколаєва і Северодонецька.

Кафедра ПСНК

УЛЬТРАКОН
Засоби Неруйнівного Контролю

10 грудня 1964 р. нобелівську премію з фізики була вручена Ч. Таунсону (США), Г. Басову (СРСР) та А.М. Прохорову (СРСР) за відкриття в 1954 р. нового принципу генерації та посилення світла – лазера. На основі цих робіт на початку 1960-х р. у США було створено перший оптичний квантовий генератор – лазер на рубіні, що використовується і в зварюванні. Лазер отримав свою назву за першими буквами англійської фрази – «Light-Amplification by Stimulated Emission of Radiation» («Посилення світла шляхом стимульованого випромінювання»). На сьогодні лазерна техніка широко використовується також і в технічному контролі.





11 грудня 1954 р. спущений на воду «Форрестол» – американський авіаносець, головний корабель свого типу. Це був перший авіаносець, спроектований у післявоєнний час, в якому було повністю враховано досвід, отриманий під час другої світової війни, а також враховано вимоги реактивної авіації. Під час будівництва кожного авіаносця типу «Форрестол» було витрачено близько 700 т зварювальних матеріалів, що стало рекордом використання таких матеріалів у суднобудуванні. Для технічного контролю широко використовувались рентгенівські апарати.



14 грудня 2004 р. відкритий віадук Мійо – найвищий транспортний міст у світі, що проходить над долиною річки Тарн поблизу міста Мійо в південній Франції. Авторами проекту моста є французький інженер Мішель Вірложе, відомий також проектом другого за довжиною вантового мосту у світі – міст Нормандія – і англійський архітектор Норман Фостер, що є також автором проектів аеропорту в Гонконзі та реставрації будівлі Рейхстагу в Берліні. Віадук складається з восьми пролітних сталевих конструкцій, що підтримуються сімома сталевими пілонами. Пролітна конструкція важить 36 000 тон. Загальна довжина мосту – 2460 м, ширина – 32 м, одна з його опор має висоту 341 метр – це трохи вище, ніж Ейфелева вежа.



15 грудня 1832 р. народився Гюстав Ейфель (помер 28 грудня 1923 р.) – французький архітектор та інженер з проектування металевих конструкцій. Ейфель побудував більш ніж 200 споруд: мости, віадук, вокзали, банки, школи, церкви, казино. Майже усі побудовані ним 36 мостів увійшли до підручників як приклади сміливих інженерних рішень. У січні 1887 р. Ейфель підписав контракт з урядом Франції та адміністрацією Парижу на будівництво металевої 300-метрової вежі на Марсовому полі до Всесвітньої виставки. Згодом вежа стала символом сучасної Франції і була названа на честь її конструктора. У 1900–1902 рр. за проектом Гюстава Ейфеля збудовано маяк на острові Джарилгач в Херсонській області. Ажурний металевий каркас маяка та його оснастка були виконані у Парижі.



17 грудня 1897 р. на Харківському паровозобудівному заводі збудували перший український паровоз (останній у Харкові випустили у 1968 р.). Підприємство засноване 1895 р. поруч із харківським Балашовським вокзалом як паровозобудівний завод і було одним із найбільших у Російській імперії та СРСР. Згодом стали випускати двигуни (з 1911 р.; зокрема, дизель-генератори), сільськогосподарську (1909 р.) та вугледобувну техніку (з 1922 р.; зокрема, рудникові електровози), трактори (1924 р.), тепловози, танки та тягачі (1927 р.). Нині ДП «Завод імені В.О. Малишева» пропонує і реалізує на зовнішньому ринку бронетехніку: основні бойові танки Т-84У «Оплот», бронетранспортери БТР-3 та БТР-4, здійснює модернізацію танків, випущених у колишньому СРСР – Т-54, Т-55, Т-62, Т-64, Т-72, Т-80; бронетранспортерів – БТР-60, БТР-70.



18 грудня 1959 р. було закладено перший у світі атомний підводний човен К-162 з титановим корпусом. Радянський атомний підводний човен другого покоління був найшвидшим у світі підводним човном, що досягав у підводному положенні швидкості понад 80 км/год (42 вузли). Зварювання титанових конструкцій доводилося проводити в середовищі аргону (було витрачено близько 1 млн. м3 аргону). Ці роботи вимагали ювелірної точності та хірургічної чистоти в процесі виконання робіт. Оскільки зварювались великі товщини, були створені надпотужні рентгенівські апарати.



21 грудня 1988 р. здійснив перший політ дослідний зразок найбільшого у світі діючого літака Ан-225 «Мрія», створеного київським КБ імені Антонова (головний конструктор В. І. Толмачов). Ан-225 був створений, перш за все, для потреб радянської космічної програми для транспортування вантажів, зокрема космічних кораблів багаторазового використання «Буран» і компонентів ракетної системи «Енергія». Літак може перевозити також великогабаритні вантажі іншого призначення, які можуть розміщуватись як у фюзеляжі, так і «на спині». 13 травня 1989 р. Ан-225 перевіз «Буран» з міста Жуковський у Байконур. Через місяць цю комбінацію літака та космічного човна було продемонстровано на Паризькому авіасалоні.



24 грудня 1993 р. в Києві на установчій конференції проголошено створення Української асоціації фахівців з неруйнівного контролю «ОКО». Головною метою її діяльності названо вирішення питань контролю якості продукції, оцінки технічного стану обладнання підприємств, а також забезпечення підприємств засобами контролю. Президентом обраний проф. І.П. Білокур. В наступні роки Асоціація «ОКО» була переформатована і об'єднала провідні підприємства України в розробці засобів неруйнівного контролю: ТОВ «Ультракон-Сервіс», ТОВ «Промприлад», ПрАТ УкрНДІНК. На сьогодні Асоціацію «ОКО» очолює Т.М. Луценко.