

**Учредители:** Национальная академия наук Украины, Институт электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, Международная Ассоциация «Сварка» (издатель)

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

Главный редактор  
**Б.Е. ПАТОН**

*Ученые ИЭС им. Е.О. Патона*  
к.ф.-м.н. **О.И. Бойчук**,  
к.т.н. **Е.А. Давыдов**, к.ф.-м.н. **А.Т. Зельниченко**,  
д.т.н. **Л.М. Лобанов**,  
д.т.н. **А.Я. Недосека** (зам. гл. ред.),  
**Ю.Н. Посыпайко**,  
д.т.н. **В.А. Троицкий** (зам. гл. ред.),  
к.т.н. **Е.В. Шаповалов**

*Ученые институтов и университетов Украины*  
д.т.н. **В.А. Стрижало**

Ин-т проблем прочности, Киев, Украина

к.х.н. **М.Л. Казакевич**

Ин-т физической химии, Киев, Украина

д.т.н. **О.М. Карпаш**

Ив.-Франк. НТУ нефти и газа, Украина

д.ф.-м.н. **З.Т. Назарчук**, д.т.н. **В.Н. Учанин**

Физ.-мех. ин-т, Львов, Украина

д.т.н. **Г.И. Прокопенко**

Ин-т металлофизики, Киев, Украина

д.т.н. **В.А. Стороженко**

Харьков. нац. ун-т радиоэлектроники, Украина

д.п.н. **А.Т. Протасов**, д.т.н. **С.К. Фомичов**

НТУУ «КПИ им. Игоря Сикорского», Киев

д.т.н. **М.Г. Чаусов**

Нац. ун-т биорес. и природопольз., Киев, Украина

*Зарубежные ученые*

д.т.н. **Н.П. Алешин**

МГТУ им. Н.Э. Баумана, Москва, РФ

д.т.н. **В.Л. Венгринович**

Ин-т прикл. физики, Минск, Республика Беларусь

д.т.н. **В.В. Ключев**

ЗАО НИИИИН МНПО «Спектр», Москва, РФ

**Адрес редакции**

ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины

ул.Казимира Малевича, 11

г. Киев, 03150, Украина

Тел./Факс: (044) 200-82-77, 205-23-90

E-mail: journal@paton.kiev.ua

www.patonpublishinghouse.com

**Редакторы**

К.Г. Григоренко, Т.В. Юштина

**Электронная верстка**

Л.Н. Герасименко, Д.И. Серета

**Свидетельство**

о государственной регистрации

КВ4787 от 09.01.2001.

ISSN 0235-3474

Doi.org/10.15407/tdnk

Журнал входит в перечень  
утвержденных МОН Украины  
изданий для публикации трудов  
соискателей ученых степеней

**СОДЕРЖАНИЕ**

Созданные в ИЭС им. Е.О. Патона технологии на основе акустической эмиссии, обеспечивающие безопасность эксплуатации сварных конструкций ..... 3

**НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

*Киричок В.В., Тороп В.М.* Моделирование кольцевой трещины патрубковой зоны плоского днища толстостенного сосуда давления..... 8

*Недосека А.Я., Недосека С.А., Яременко М.А., Герерб Я., Овсиенко М.А., Кушниренко С.А., Иващенко А.П.* Технология оценки достоверности регистрации акустико-эмиссионной информации при диагностировании конструкций и сооружений..... 13

*Рыбачук В.Г., Учанин В.Н.* Новый подход к построению многоэлементных параметрических вихретоковых преобразователей для одноканальных дефектоскопов..... 19

*Скальский В.Р., Мокрый О.М., Великий П.П., Долишний П.М., Толопка Я.Д.* Новая методика определения скорости поверхностных акустических волн..... 25

**ПРОИЗВОДСТВЕННЫЙ РАЗДЕЛ**

*Баглай А.В., Гузеев А.Н., Кипин М.М., Филиппов С.В.* Комплекс автоматической вибрационной диагностики оборудования прокатного стана ..... 30

*Глуховский В.Ю., Бондаренко О.Г.* Особенности диагностики технического состояния промышленных дымовых труб пассивным тепловизионным методом..... 36

*Алексенко В.Л., Шарко А.А., Сметанкин С.А., Степанчиков Д.М., Юренин К.Ю.* Применение акустико-эмиссионных и тензометрических измерений к процессам диагностики деформационного упрочнения композиционных материалов на основе эпоксидной матрицы ..... 46

*Хворостяный В.В., Родичев Ю.М., Сорока Е.Б.* Оценка твердости и локальной повреждаемости керамики и стекла методом царапания до скалывания кромки ..... 55

**ИНФОРМАЦИЯ**

Конференция «Неразрушающий контроль-2019»: взгляд в будущее ..... 61

Неразрушающий контроль на шестой Международной конференции «Механика разрушения материалов и целостность конструкций» ..... 63

72-а ежегодная Ассамблея Международного института сварки..... 66

Международная конференция «Лучевые технологии в сварке и обработке материалов»..... 68

**ИЗДАНИЕ ПОДДЕРЖИВАЮТ:**

Технический комитет по стандартизации «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» ТК-78

Украинское общество неразрушающего контроля и технической диагностики

# ТЕХНІЧНА ДІАГНОСТИКА і НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ

# TEKHNICHESKAYA DIAGNOSTIKA і NERAZRUSHAYUSHCHIY KONTROL

Виходить 4 рази на рік

Quarterly issue

Головний редактор Б.Є. Патон

Editor-in-Chief B.E. Paton

## ЗМІСТ

Створені в ІЕЗ ім. Є.О. Патона технології на основі акустичної емісії, що забезпечують безпеку експлуатації зварних конструкцій..... 3

Developed at the E.O. Paton Electric Welding Institute technologies based on acoustic emission, ensuring safe operation of welded structures.....3

### НАУКОВО-ТЕХНІЧНИЙ РОЗДІЛ

### SCIENTIFIC-TECHNICAL

*Киричок В.В., Тороп В.М.* Моделювання кільцевої тріщини патрубкової зони плоского днища товстостінної посудини тиску ..... 8

*Kirichok V.V., Torop V.M.* Modeling a circumferential crack in pipe area of a flat bottom of thick-walled pressure vessel..... 8

*Недосєка А.Я., Недосєка С.А., Яременко М.А., Гереб Я., Овсієнко М.А., Кушніренко С.О., Іващенко А.П.* Технологія оцінки достовірності реєстрації акустико-емісійної інформації при діагностуванні конструкцій та споруд..... 13

*Nedoseka A.Ya., Nedoseka S.A., Yaremenko M.A., Gereb J., Ovsienko M.A., Kushniренко S.O., Ivashchenko A.P.* Technology of evaluation of the validity of recording acoustic emission information in diagnostics of structures and constructions ..... 13

*Рибачук В.Г., Учанін В.М.* Новий підхід щодо побудови багатоелементних параметричних вихрострумів перетворювачів для одноканальних дефектоскопів..... 19

*Rybachuk V.G., Uchanin V.M.* New approach to designing multielement parametric eddy current transducers for single-channel flaw detectors ..... 19

*Скальський В.Р., Мокрий О.М., Великий П.П., Долішній П.М., Толопка Я.Д.* Нова методика визначення швидкості поверхневих акустичних хвиль..... 25

*Skalskyi V.R., Mokryi O.M., Velyki P.P., Dolishnyi P.M., Tolopko J.D.* New procedure for determination of surface acoustic wave velocity..... 25

### ВИРОБНИЧИЙ РОЗДІЛ

### INDUSTRIAL

*Баглай А.В., Гузєєв А.Н., Кіпін М.М., Філіппов С.В.* Комплекс автоматичної вібраційної діагностики обладнання прокатного стану ..... 30

*Baglay A.V., Guzeev A.N., Kipin M.M., Filippov S.V.* Complex for automatic vibrational diagnostics of rolling mill equipment ..... 30

*Глуховський В.Ю., Бондаренко О.Г.* Особливості діагностування технічного стану промислових димових труб пасивним тепловізійним методом ..... 36

*Glukhovskiy V.Yu., Bondarenko O.G.* Features of diagnostics of technical condition of industrial flue pipes by passive thermal imaging method ..... 36

*Алексєнко В.Л., Шарко А.А., Сметанкін С.А., Степанчиков Д.М., Юренін К.Ю.* Застосування акустико-емісійних та тензометричних вимірів до процесів діагностики деформаційного зміцнення композиційних матеріалів на основі епоксидної матриці ..... 46

*Aleksenko V.L., Sharko A.A., Smetankin S.A., Stepanchikov D.M., Yurenin K.Yu.* Application of acoustic emission and strain gauge measurements to processes of diagnostics of strain hardening of epoxy matrix composites ..... 46

*Хворостяний В.В., Родічев Ю.М., Сорока О.Б.* Оцінка твердості та локальної пошкоджуваності кераміки та скла методом дряпання до відколювання кромки ..... 55

*Khvorostyaniy V.V., Rodichev Y.M., Soroka O.B.* Assessment of hardness and local damage of ceramics and glass by the method of scraping up to chipping out ..... 55

### ІНФОРМАЦІЯ

### INFORMATION

Конференція «Неруйнівний контроль-2019»: погляд в майбутнє..... 61

Conference «Non-destructive Control-2019»: a Look into the Future..... 61

Неруйнівний контроль на шостій Міжнародній конференції «Механіка руйнування матеріалів та цілісність конструкцій» ..... 63

Non-destructive testing at the 6th International Conference «Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity»..... 63

72-а щорічна Асамблея Міжнародного інституту зварювання ..... 66

72nd IIW Annual Assembly ..... 66

Міжнародна конференція «Променеві технології в зварюванні та обробці матеріалів» ..... 68

International conference «Beam Technologies in Welding and Material Processing»..... 68

#### Адреса редакції

#### Address

ІЕЗ ім. Є.О. Патона НАН України  
03150, Україна, м. Київ, вул.Казимира Малевича, 11  
Тел./Факс: (044) 200-82-77, 205-23-90  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

The E.O. Paton Electric Welding Institute of the NAS of Ukraine  
11, Kazimir Malevich str., 03150, Kyiv, Ukraine  
Tel./Fax: (38044) 200-82-77, 200-23-90  
E-mail: journal@paton.kiev.ua  
www.patonpublishinghouse.com

## СОЗДАННЫЕ В ИЭС им. Е.О. ПАТОНА ТЕХНОЛОГИИ НА ОСНОВЕ АКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ, ОБЕСПЕЧИВАЮЩИЕ БЕЗОПАСНОСТЬ ЭКСПЛУАТАЦИИ СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

Отдел технической диагностики сварных конструкций создан в 1983 г. на базе лаборатории того же наименования, работающей в этом направлении с 1963 г. Отдел является структурным подразделением Института электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины (рис. 1).

С 1993 г. на базе отдела по направлению техническая диагностика работает Технический комитет стандартизации Украины № 78 «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» (ТК 78), созданный НАН Украины, Госстандартом и Комитетом по охране труда Украины (Приказ № 60/106 от 3 мая 1993 г.). С участием отдела издается международный научно-технический и производственный журнал «Техническая диагностика и неразрушающий контроль» (четыре номера в год). Заведующий отделом А.Я. Недосека является заместителем главного редактора журнала.

После рассмотрения работ отдела в 2017 г. на координационном совете программы «Горизонт 2020» отдел был включен в состав исполнителей по теме 3.1b. (Aero UA feasibility study work plan proposal for pilot project). Грант № 724034.

Отдел проводит исследования и разработки по проблеме «Техническая диагностика и прогнозирование остаточного ресурса сварных соединений, материалов, покрытий и конструкций в процессе их эксплуатации на основе акустической эмиссии».

Цель – разработка теории, методов и средств обеспечения безопасности эксплуатации конструкций и сооружений.



Рис. 1. Лаборатория технической диагностики в 1979 г.

Указанная проблема включает разработки по следующим направлениям:

1. Теоретические и экспериментальные исследования явлений, сопутствующих деформированию и разрушению материалов и сварных соединений в результате быстрых местных изменений их структуры в процессе разрушения, зарождения и развития трещин и других дефектов. Разработка теории квантовой механики разрушения.

2. Разработки по п. 1 проводятся методами статистической механики, математического моделирования, теории и методов прогнозирования, теории принятия решений о состоянии материалов конструкций.

3. Исследования и разработки по пп. 1, 2 позволили построить диагностические мониторинговые и экспертные системы и приборы, а также методы их применения (за рубежом Structural Health Monitoring – SHM технология).

4. Внедрение указанных разработок в заинтересованных ведомствах и, в первую очередь, на:

- трубопроводном транспорте;
- энергетических установках;
- предприятиях химического и нефтеперерабатывающего профиля;
- предприятиях металлургического профиля;
- элементах узлов, сварных соединениях, материалах с покрытиями и без них, в конструкциях машиностроения.

На основе проведенных работ получены следующие результаты.

### **В области теории:**

- получены основные аналитические зависимости для кванта излучения, возникающего при зарождении и развитии дефектов в материалах при их деформировании. Получены формулы, описывающие излучения, возникающие при образовании и развитии повреждений в материалах, что позволило более глубоко проанализировать процессы деформирования материалов и скорректировать программное обеспечение диагностической системы, а также повысить точность и информативность данных испытаний. Аналитически показано, что акустико-эмиссионные (АЭ) волны распространяются в материалах конструкций со скоростями, значительно превышающими

ми базовую скорость продольной волны  $C_1$  ( $C_2$  – скорость поперечной волны), см. рис. 2;

- разработан и введен в практику расчетов вектор состояния материалов (ВСМ), позволяющий статистическим путем анализировать этапы разрушения материалов при их деформировании и поэтапно предсказывать ход процесса разрушения. На основе исследований ВСМ готовятся методические материалы для диагностики состояния промышленных конструкций. Разработанная на основе ВСМ технология позволяет, не прерывая эксплуатацию конструкции, определять разрушающую нагрузку, предел длительной прочности материалов независимо от количества часов наработки, определять остаточный ресурс материала с вероятностью 0,95 и погрешностью  $\pm 15\%$ . По указанным показателям метод аттестован УкрЦСМ (ГП «Укрметртестстандарт»). Созданы и утверждены УкрЦСМ методики поверки показателей погрешности оценок;
- предложено и введено в практику в виде действующих программ и алгоритмов понятие «Нормированный интеллектуальный совет» (НИС). Его использование позволяет автоматизировать принятие решения о мерах, которые необходимо предпринять при возникновении

опасных ситуаций разных типов при эксплуатации конструкций. НИС формируется на основе данных реального времени о состоянии конструкции и опыте ее предшествующей эксплуатации, что позволяет перейти от простого мониторинга конструкции к управлению эксплуатационными параметрами. Программы, использующие НИС, установлены на Одесском припортовом заводе и обеспечивают рекомендации персоналу цеха перегрузки аммиака. На рис. 3 показан базовый прибор ЕМА-4, являющийся основой диагностических комплексов и его применение в системе контроля аммиакопровода над каналом с питьевой водой в районе села Апостолово (рис. 4).

**В области экспериментальных работ:**

- в дополнение к исследованиям, проводимым непосредственно в отделе, созданы и функционируют на ряде предприятий Украины удаленные испытательные центры на базе систем непрерывного мониторинга конструкций. Обратная связь и управление этими центрами установлена из центра, находящегося в ИЭС. Системы по линиям связи через интернет передают информацию о состоянии контролируемых конструкций в ИЭС (отдел № 59). Таким образом, исследования

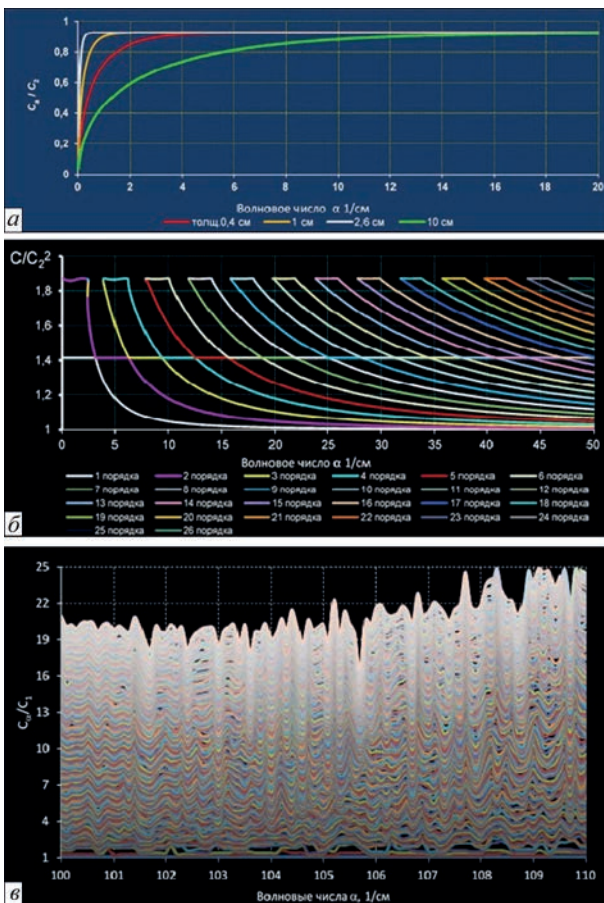


Рис. 2. Диаграмма спектров распространения АЭ волн для трех диапазонов скоростей: а – ниже  $C_2$ ; б – выше  $C_2$ , но ниже  $C_1$ ; в – выше  $C_1$



Рис. 3. Приборы ЕМА-4 (4-х и 16-ти каналные)



Рис. 4. АЭ- и тензоконтроль аммиакопровода у села Апостолово с передачей информации в центральный диагностический центр в г. Киеве

развития разрушения материалов эксплуатирующихся конструкций проводятся отделом на базе практических оценок их работоспособности в реальных условиях. Методика контроля позволяет вмешиваться в процесс испытаний, корректировать и обновлять прогнозные программы из единого удаленного центра. Такие исследования и основанные на их результатах системы непрерывного мониторинга осуществлены впервые в мировой практике. Системы указанного типа установлены на Одесском припортовом заводе (семь систем), Киевских ТЭЦ-5 и ТЭЦ-6 (две системы, работающие при температуре 450 и 560 °С), на конструкциях предприятия Укрхимтрансаммиак – мостовом километровом переходе через реку Днепр (одна система) и через дорогу и водоканал в районе Кривого Рога (одна система);

- результаты, получаемые при реальной эксплуатации конструкций, позволяют более глубоко исследовать процессы разрушения и принимать необходимые меры по корректированию и совершенствованию теории и методик диагностического контроля.

**В области создания методических материалов:**

- разработаны 37 нормативных материалов и методик диагностирования, которые в зависимости от выполняемых работ и вида необходимого контроля передаются производству. Это методики по АЭ диагностике работоспособности трубопроводных систем и сосудов нефтеперерабатывающих, нефтехимических и химических производств, работающих под давлением как при нормальных, так и при низких (до минус 30 °С) и высоких (до 560 °С) температурах;
- совместно с АО «Видеотон» (Венгрия) разработана мобильная передвижная система технической диагностики ЕМА. Аппаратура ЕМА моделей 2, 3 и 4 запущена в производство;
- разработана методика комплексной метрологической аттестации системы АЭ диагностики, что позволило провести сертификацию оборудования. Метрологические характеристики аппаратуры устанавливаются по следующим блокам параметров:
  - электронная часть аппаратуры;
  - измерительные датчики;
  - блок измерения координат АЭ событий;
  - блок прогнозирования разрушающих нагрузок.

**В области практического освоения результатов разработок:**

- разработана технология дистанционного непрерывного мониторинга состояния конструкций в процессе их эксплуатации. Создан центр управления контролем, позволяющий оценивать прочность материала конструкций, находящихся на любом расстоянии от центра.

Смонтированы и запущены в эксплуатацию 11 таких систем для мониторинга промышленных конструкций повышенной опасности;

- проведены индивидуальные испытания более 1000 узлов сосудов, работающих под давлением.

**В области подготовки и переподготовки специалистов по АЭ диагностике:**

- в соответствии с решением ТК 78 создан аттестационный центр по подготовке и переподготовке специалистов в области АЭ диагностики (рис. 5). С момента создания центра и по настоящее время обучение прошли более 2000 специалистов из различных промышленных предприятий Украины, России, Словении. Также в соответствии с решением ТК 78 созданы и работают постоянно действующие курсы по подготовке и переподготовке специалистов первого, второго и третьего уровней в области технической диагностики;
- разработаны программы переподготовки и созданы на их основе соответствующие методические материалы;
- в 2008 г. вышло 4-е издание учебного пособия по курсу «Основы расчета и диагностики сварных конструкций» под редакцией академика Б.Е. Патона, а в 2012 г. вышел методический альбом «Акустическая эмиссия и ресурс конструкций». Учебное пособие в виде монографии издано в Англии в 2012 г. издательством «Cambridge International Science Publishing Limited». В связи с появлением большого объема новых исследований и разработок в области АЭ диагностики подготовлено 5-е издание учебного пособия.

*За последние годы отделом выполнены и отражены в публикациях и отчетах следующие работы:*

1. Аналитически показано, что в твердых телах распространяются волны со скоростями выше  $C_1 \approx 0,5$  см/мкс для сталей. Поэтому скорости  $C_1$ ,  $C_2$  и  $C_3$  (скорость волны Рэлея) могут быть приняты в расчетах за базовые физические постоянные. Скорости выше  $C_1$  опытным путем не зафиксированы в связи с тем, что существующие АЭ датчи-



Рис. 5. Подготовка специалистов по технической диагностике

ки строятся, в основном, на пьезокерамических преобразователях, которые, имея четкую амплитудно-частотную характеристику, не фиксируют волны, распространяющиеся с высокими скоростями (рис. 2).

2. Показано, что путем прозвучивания материалов с дефектами с помощью АЭ аппаратуры можно получить характеристики, четко связанные с появившимися в материале дефектами.

3. Аналитически исследована спектральная картина волновых процессов, формирующихся в пластинах при возникновении повреждений. Разработаны специальные методики и программы для выбора в общем волновом поле пластин требуемых рабочих частот и параметров АЭ преобразователей.

4. Аналитически и экспериментально изучено влияние локального скопления дефектов в пластинах на распространение АЭ волн.

5. Исследования, проведенные с помощью АЭ, показали, что дефекты формируются на микроуровне в виде перемещения дислокаций. Далее они развиваются, увеличивая размеры, вплоть до разрушения. Эти стадии хорошо улавливает аппаратура на основе акустической эмиссии, что позволило построить математическую модель развития дефектов в материалах и создать методику оценки состояния материала по данным АЭ.

6. Специально разработанная методика позволила создать систему непрерывного мониторинга конструкций, эксплуатирующихся при высоких температурах. Системы на основе АЭ технологии,

внедренные на киевских ТЭЦ-5 и ТЭЦ-6, позволяют при действующих в процессе эксплуатации нагрузках прогнозировать разрушающую нагрузку и остаточный ресурс материала.

7. Исследован аналитически и подтвержден экспериментальным путем механизм возникновения продольных трещин в трубопроводах, работающих при высоких температурах.

8. Проведен анализ и показано, что современные состояния физических методов анализа и уровень развития вычислительной техники позволяют создавать методики и математическое обеспечение, решающие сложные задачи в оценке состояния конструкций. Развитие интеллектуальных технологий в контроле состояния конструкций привело к созданию «умных» методов контроля и контролирующего оборудования.

9. Проведены аналитические и экспериментальные исследования распространения АЭ волн в сварных соединениях из разнородных материалов с близкими физическими свойствами. Показано, что наличие разнородности материалов в соединении влияет на распространение АЭ волны, разнородность приводит только к изменению амплитуды сигналов. Последнее свойство было использовано при испытании трубопровода в печи риформинга Одесского припортового завода.

10. Проведены сравнительные испытания различных методов контроля дефектов при испытаниях, проведенных в мае 2016 г. на базе компании PEVE COOP Ltd г. Хайдусобосло (Венгрия) специ-

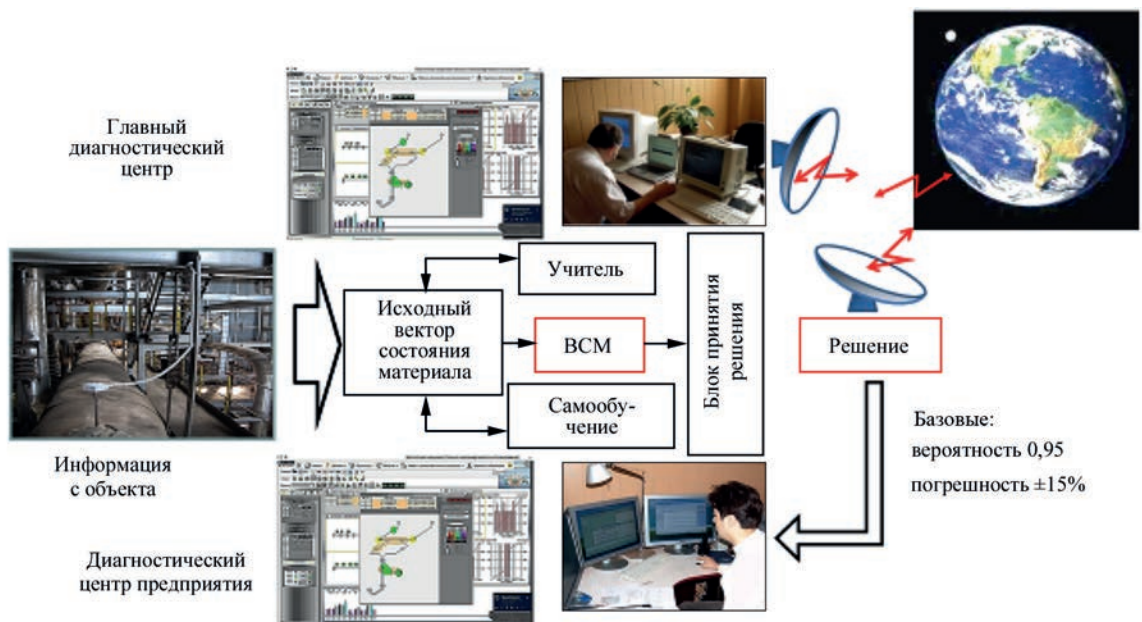


Рис. 6. Схема обработки информации, поступающей с объекта контроля последовательно (на рисунке слева направо) в аналитический блок, где происходит первый этап обработки информации и при достижении заданных показателей по вероятности и ошибке прогноза решение, как предварительное, поступает в блок принятия окончательного решения. Далее результаты решения поступают в диспетчерский пункт предприятия и по линии интернет связи в главный диагностический центр, который может быть расположен на любом расстоянии от местонахождения контролируемой конструкции. Главный диагностический центр учитывает эту и другую информацию при принятии окончательного решения о мероприятиях, которые необходимо выполнить по контролируемой конструкции

алистами в области неразрушающего контроля из Австрии, Венгрии, Германии и Украины. Испытанию внутренним давлением подвергались сосуды для хранения пропан-бутана объемом 5 м<sup>3</sup>, длиной 4,335 м, диаметром 1,25 м и толщиной стенки 6 мм, выполненные из стали St 52-3. При проведении испытаний была проверена методика ИЭС по прогнозированию разрушающей нагрузки. Испытания показали, что разрушающая нагрузка была спрогнозирована с погрешностью, не превышающей 5 %.

Работы по пп. 1–10 отражены в следующих публикациях: Недосека А.Я. (2008) *Основы расчета и диагностики сварных конструкций*. Патон Б.Е. (ред.). Киев, Индпром; Патон Б.Е., Лобанов Л.М., Недосека А.Я. и др. (2012) *Акустическая эмиссия и ресурс конструкций: Теория, методы, технологии, средства, применение*. Киев, Индпром; Патон Б.Е., Лобанов Л.М., Недосека А.Я. и др. (2016) Интеллектуальные технологии в оценке состояния конструкций (АЭ технологии и контролирующая аппаратура нового поколения на ее основе). *Техн. диагност. и неразруш. контроль*, 2, 3–18; Патон Б.Е., Лобанов Л.М., Недосека А.Я. и др. (2014) О применении АЭ технологии при непрерывном контроле трубопроводов энергетических комплексов, работающих при высокой температуре. *Техн. диагност. и неразруш. контроль*, 3, 7–14; Недосека С.А. (2007) Прогноз разрушения по данным акустической эмиссии. *Техн. диагност. и неразруш. контроль*, 2, 3–9; Недосека С.А., Недосека А.Я. (2010) Комплексная оценка поврежденности и остаточного ресурса металлов с эксплуатационной наработкой. *Техн. диагност. и неразруш.*

*контроль*, 1, 9–16; Недосека А.Я., Недосека С.А. (2014) Особенности применения метода акустической эмиссии при контроле разрушения материалов. *Техн. диагност. и неразруш. контроль*, 2, 3–11; Недосека А.Я., Недосека С.А., Овсиенко М.А. и др. (2016) Испытание сосудов давления международной группой специалистов. *Техн. диагност. и неразруш. контроль*, 3, 3–10.

*Последующие работы предполагают:*

1. Обеспечить постепенный переход от непрерывного АЭ мониторинга к управлению эксплуатацией конструкций по их фактическому состоянию.

2. С целью расширения географии применения разработок отдела и совершенствования технологии оценок состояния конструкции продолжить исследования и разработки в направлении изучения и совершенствования обработки информации, поступающей с мониторинговых систем, установленных в любой точке земного шара (рис. 6).

3. Большое значение приобретает работы по оценке энергии разрушения материалов, которую можно оценивать методом АЭ. Это дает возможность существенно повысить точность прогнозирования разрушающих нагрузок. Поэтому этому вопросу предполагается уделить повышенное внимание.

4. Проведение исследований и разработок в направлении расширения применения методик и технологии АЭ контроля для конструкций:

- сложной геометрической формы;
- работающих при температурах до 1000 °С;
- изготовленных из композитных материалов.

А.Я. Недосека

**9-а Національна науково-технічна конференція і виставка**

**Неруйнівний контроль та технічна діагностика**

**Україна, Київ, 19-21 листопада 2019**

**ІЕЗ ім. Є.О.Патона НАН України**  
**Міжнародний виставковий центр**

 Інститут електросварювання ім. Є.О.Патона  
Національної академії наук України  
  
 Українське товариство неруйнівного контролю та технічної діагностики  
  
 Міжнародний виставковий центр  
  
 Міжнародний комітет з неруйнівного контролю  
  
 Європейська федерація з неруйнівного контролю

**Основні теми конференції:**

- нові методи і технології неруйнівного контролю;
- моніторинг технічного стану і продовження експлуатаційного ресурсу об'єктів енергетики, нафто- і газопроводів;
- підвищення енергоефективності будівель та споруд;
- проблемні питання неруйнівного контролю в транспортній галузі;
- неруйнівний контроль дорожньої інфраструктури;
- стандартизація, підготовка і сертифікація персоналу;
- демонстрація сучасного обладнання для НКТД виробниками і постачальниками

**Важливі дати:**

Заявка на участь до 20.10.2019 р.

Оплата за участь до 31.11.2019 р.



Українське товариство неруйнівного контролю і технічної діагностики

**Адреса і телефони Оргкомітету:**  
**Адреса для листів:** 03150, м. Київ-150, а/с 187, УТ НКТД  
**Тел.:** (+380 44) 200-46-66, 205-22-49, 200-81-40, 205-21-96  
**e-mail:** usndt@ukr.net  
**інтернет:** www.usndt.com.ua

## КОНФЕРЕНЦИЯ «НЕРАЗРУШАЮЩИЙ КОНТРОЛЬ-2019»: ВЗГЛЯД В БУДУЩЕЕ

Ежегодно, на протяжении двух десятков лет, Ассоциация «ОКО» проводит в Киеве конференцию-выставку «Неразрушающий контроль», приглашая принять участие в мероприятии ученых и исследователей в области неразрушающего контроля (НК), известных экспертов, специалистов этого направления, представителей предприятий и организаций, производственные и рабочие процессы которых предполагают использование методов НК.

### Участники Конференции «Неразрушающий контроль-2019».

В конференц-зале Ассоциации «ОКО» собрались участники, приехавшие из ближнего зарубежья и разных областей Украины, в их числе: председатель Украинского общества неразрушающего контроля и технической диагностики, д.т.н., профессор Троицкий В.А.; д.т.н., проф., член правления Украинского общества НКДТ Белокур И.П.; д.т.н. Учанин В.Н.; сотрудники ИЭС им. Е.О. Патона НАН Украины к.ф-м.н. Зельниченко А.Т. и к.т.н. Бондаренко Ю.К.; представители железных дорог Литвы, Латвии, Эстонии и Молдовы.

Также в конференции приняли участие представители Криворожской, Ладыжинской, Кураховской и Приднепровской ТЭС, Ровенской, Запорожской, Чернобыльской и Хмельницкой АЭС, ГП НАЭК «Энергоатом», ПАО «Укрзапэнерго», КП «Киевтеплоэнерго», АК «Киевводоканал», ООО «Карпатнефтехим», ГП «Одесский авиационный завод», Кременчугского сталелитейного завода, Одесской и Южной железных дорог, ПАО «Запорожсталь», ГП «Антонов» и многих других предприятий и учреждений.

### Ход и ключевые моменты Конференции.

На проведение мероприятия было выделено два дня – 15 и 16 мая. Форум открылся приветственными словами генерального директора Ассоциации «ОКО», председателя оргкомитета Конференции Луценко Татьяны Михайловны, также собравшихся приветствовал председатель Украинского общества неразрушающего контроля Владимир Александрович Троицкий.

На сегодня Ассоциация «ОКО» экспортирует продукцию в более чем 50 стран мира. Присутствующим было интересно узнать о стратегии ее развития. Т.М. Луценко провела презентацию, в которой рассказала о шагах, предпринятых компаниями Ассоциации за время, прошедшее с прошлой Конференции: участии в международных и региональных выставках, проведении за рубежом презентаций для потенциальных клиентов, обучающих семинаров и тренингов.

Работа Конференции продолжилась докладами, которые подготовили ведущие специалисты УкрНИИ НК, ООО «Промприлад» и ООО «Ультракон-Сервис» – производственных компаний, входящих в Ассоциацию «ОКО» и демонстрацией оборудования.

Мищенко В.П., начальник отдела технологий НК УкрНИИ НК, представил доклад о накопленном опыте разработки оборудования НК для железнодорожной отрасли; Верютин М.В., инженер-технолог НПФ «Промприлад», рассказал об особенностях вихретоковых преобразователей и современных вихретоковых дефектоскопах Eddyson C (CL); Галаненко Д.В., к.т.н., ведущий технолог по УЗК УкрНИИ НК, подготовил два доклада по новым современным разработкам ультразвуковых дефектоскопов Sonoson B (BL), TOFT метода и системы «TOFT-man» как средства для повышения качества и производительности проведения ультразвукового контроля сварных соединений.







**Работа по секциям.**

После пленарного заседания работа конференции была продолжена в четырех секциях:

- «Железная дорога (вагонное, локомотивное и путевое хозяйство)», руководители Луценко Т.М. и Мищенко В.П.;
- «Энергетика, Нефтегазовая и Химические отрасли», руководитель Галаненко Д.В.;
- «Авиастроение и техническое обслуживание летательных аппаратов», руководитель Верютин М.В.
- «Металлургия, машиностроение», руководитель Свистун А.В.

В каждой из секций был представлен ряд докладов по актуальным вопросам соответствующей отрасли, прошли дискуссии с обсуждением проблем и задач НК.



**Культурная программа.**

Повестка первого дня Конференции была очень насыщенной, поэтому организаторами была предложена культурная программа и вечер отдыха. Традиционно теплая майская погода, цветущие каштаны, свежесть весенней зелени способствовали приятной прогулке. Затем участников Конференции ждал дружеский ужин, во время которого, помимо развлекательной программы (подготовленной коллективами компаний Ассоциации «ОКО»), входили профессиональные конкурсы, в которых участники, с завязанными глазами, должны были продемонстрировать свою квалификацию.

Первый конкурс был посвящен вихревоковому методу, второй – ультразвуковому. Участник, у которого были завязаны глаза, руководствуясь подсказками своего помощника, должен был выполнить задание – найти дефект на предложенном образце. Зрители следили за ходом конкурса на большом экране. После судейской проверки выигравшая команда получила приз – особую «Контактную жидкость» от Ассоциации «ОКО».

**Спасибо, «Неразрушающий контроль-2019»!**

Киевская конференция НК – это не только форум для обсуждения различных вопросов данного направления и демонстрации нового оборудования, а также место встречи коллег, ученых, разработчиков – профессионалов своего дела. Желание встречаться, делиться опытом, сообща решать сложные вопросы позволили конференции-выставке «Неразрушающий контроль-2019» пройти на очень высоком уровне.

Ассоциация «ОКО» благодарит всех участников за их вклад и с гордостью отмечает постоянно растущий интерес, благодаря которому профессионалов в области НК становится больше, а качество и безопасность оборудования, соответственно, повышаются.

По сложившейся традиции в мае 2020 г. будет проводиться следующая конференция-выставка «Неразрушающий контроль». Ассоциация «ОКО» надеется увидеть постоянных гостей и встретить новых молодых специалистов, энтузиазм и идеи которых будут способствовать дальнейшему развитию неразрушающего контроля в Украине и за ее пределами.

*О. Дудка, Ю. Артюх, Ассоциация «ОКО»*



## НЕРУЙНІВНИЙ КОНТРОЛЬ НА ШОСТІЙ МІЖНАРОДНІЙ КОНФЕРЕНЦІЇ «МЕХАНІКА РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ ТА ЦІЛІСНІСТЬ КОНСТРУКЦІЙ»

3-6 червня 2019 р. у Національному університеті «Львівська політехніка» відбулася шоста Міжнародна конференція «Механіка руйнування матеріалів та цілісність конструкцій» («Fracture Mechanics of Materials and Structural Integrity» FMSI 2019). Організатори заходу – Європейське товариство з цілісності конструкцій (ESIS), Українське товариство з механіки руйнування, Фізико-механічний інститут ім. Г.В. Карпенка НАН України (ФМІ), НУ «Львівська політехніка». Голова оргкомітету конференції – академік НАН України В.В. Панасюк, заступники голови – академік НАН України Л.М. Лобанов та професор Ю.Я. Бобало. У конференції взяли участь понад 60 учасників з 14 країн (Аргентина, Греція, Індія, Іспанія, Італія, Канада, Китай, Мексика, Польща, Португалія, США, Угорщина, Україна, Франція).

Основними напрямками роботи конференції були:

- механіка руйнування та міцність матеріалів;
- корозійне розтріскування;
- неруйнівний контроль (випробування) конструкцій;
- прикладна механіка.

Вперше за історію проведення цієї конференції проблеми неруйнівного контролю (НК) було заслухано на окремій секції, що пов'язано зі створенням в рамках ESIS технічного комітету ESIS-TC17 «Non-Destructive Evaluation» (голова П. Трампус). Міжнародну спільноту НК на конференції крім Петера Трампуса представляв президент Міжнародної Академії НК Джузеппе Нардоні.

На пленарному засіданні було заслухано доповідь «To the problem of the subsurface defects detection: theory and experiment» (Z. Nazarchuk, L. Muravsky, D. Kuryliak, *Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU*), в якій представлено новий підхід до вирішення проблеми виявлення підповерхневих дефектів у багатошарових панелях з композитних матеріалів. Він полягає у поєднанні методів спекл-метрології (електронної спекл-інтерферометрії) та динамічних спеклів, які генеруються гармонічними ультразвуковими хвилями. Для реалізації запропонованого підходу створено макет оптико-цифрової системи, яка є значно простішою порівняно з інтерферометричними системами. Надійність запропонованого підходу підтверджена результатами експериментів з композитними панелями з внутрішніми тестовими дефектами.

На спеціальному секційному засіданні конференції «Неруйнівний контроль» (співголови акад.

З.Т. Назарчук та проф. П. Трампус) було заслухано 10 доповідей.

У доповіді «Role and importance of NDE in nuclear power plant life extension» (P. Trampus, *University of Dunaujvaros, Hungary*) висвітлено роль НК у забезпеченні довготривалої працездатності обладнання атомної енергетики на прикладах, взятих з досвіду експлуатації атомної електростанції Пакш (Угорщина). Методи НК охоплюють ультразвукові та вихрострумові випробування критичних областей та підсистем реакторної зони високого тиску, парогенератора та деяких паропроводів. Показано, що результати НК сприяють аналізу процесів старіння, який є абсолютно необхідним для отримання ліцензії на роботу за межами розрахункового строку служби обладнання.





Засідання секції неруйнівного контролю

Три доповіді були присвячені питанням розвитку акустико-емісійного контролю. У першій з них «Method of acoustic emission in delayed fracture mechanics of structural materials» (Z. Nazarchuk, O. Andreykiv, V. Skalskyu, D. Rudavskyu, *Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU, Ivan Franko National University of Lviv*) показано можливості методу акустичної емісії (АЕ) досліджувати кінетику уповільненого руйнування конструкційних матеріалів, визначати періоди зародження макротріщин та їх докритичного росту. Запропоновано підхід для побудови кінетичних діаграм високотемпературного повзучого росту тріщин, який полягає спочатку у побудові кінетичної діаграми повзучого росту тріщини за параметрами АЕ, а потім у переході від останньої до основної кінетичної діаграми за механічними параметрами з використанням теоретично встановленого перетворення.

Друга доповідь «AE technology in continuous monitoring of hightemperature pipelines at heating power plants» (B. Paton, L. Lobanov, A. Nedoseka, S. Nedoseka, M. Yaremenko, J. Gereb, Yu. Gladyshev, V. Beshun, A. Bychkov, A. Gaidukevich, *Paton Electric Welding Institute of NASU, VD2 (Hungary), SVP «Kievskii TPP» PJSC «Kievenergo»*) була присвячена застосуванню методу АЕ для моніторингу стану трубопроводів теплових електростанцій з прогнозуванням руйнівного навантаження. Представлено результати розробки системи неперервного моніторингу трубопроводів пароперегрівача енергоблоку № 1 на Київській ТЕЦ-6. Створена методика дозволяє на основі даних АЕ визначати руйнівне навантаження конструкційного матеріалу. Представлено схему моніторингу та особливості практичного застосування системи. Методика дозволяє визначати координати ділянки обладнання з мінімальним значенням руйнівного навантаження. Наявність віддаленого доступу забезпечує авторський нагляд за роботою системи через Інтернет.

У доповіді «The methodology of evaluation and monitoring of the fatigue fracture at macrocrack initiation stage» (R. Chepil, O. Stankevych, O. Ostash, V. Klym, *Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU*) на основі застосування уніфі-

кованої моделі втомного руйнування розглянуто питання визначення втомної довговічності елементів конструкцій із вирізами. Показано, що період зародження втомної макротріщини, який в основному визначає довговічність конструкційних елементів із високоміцних матеріалів за дії циклічного навантаження, можна прогнозувати за запропонованою базовою кривою втоми для зразків з концентраторами, отриманою на стадії зародження макротріщини. Показано можливість моніторингу цього процесу (накопичення мікропошкоджень, утворення системи мікротріщин і зародження макротріщини) за параметрами АЕ сигналів. Встановлено, що під час зародження макротріщини у зразках із вирізами з алюмінієвого сплаву Д16АТ енергетичний параметр сигналів АЕ збільшується від 0,01 до 0,18.

Актуальні питання моніторингу зносу елементів трансмісії літальних апаратів розглянути у доповіді «Monitoring of the wear of aircraft transmission toothed wheels by the FAM-C and FDM-A methods» (A. Gębura, S. Kłysz, T. Tokarski, *Air Force Institute of Technology, University of Warmia and Mazury, Technical Sciences Department, Poland*). Ця проблема є особливо актуальною стосовно вертольотів, оскільки неконтрольоване зношування зубчастих коліс їх трансмісії у процесі експлуатації може призводити до аварій. Для запобігання цьому авторами запропоновані розроблені ними нові методи діагностики FAM-C та FDM-A.

У доповіді «Analysis of rotary mechanism fault features on the base of the spectral structure for vibration stochastic recurrence» (I. Javorskyj, R. Yuzefovych, P. Semenov, P. Kurapov, *Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU, UTP University of Science and Technology, Poland, Lviv Polytechnic National University, Odessa National Maritime University*) розглянуто питання вібродіагностики обертальних механізмів. Представлено результати розробки методу виявлення пошкоджень у таких пристроях на основі спектрального аналізу періодичних нестационарних випадкових сигналів.

У доповіді «The String Model: a new interpretation of the metallic structures and its connected physical phenomena» (G. Nardoni, W. Rummel, P. Trampus, *Academia NDT International, Brescia, Italy*) розглянуто новий підхід до пояснення структури металів залежно від фізичних явищ, які в них відбуваються, на основі струнної моделі. Представлено принципи даної теорії та показано як струнна модель може пояснювати поведінку структури металу залежно від дії напружень, магнітного поля, процесів гартування, зміцнення тощо.

Актуальній проблемі визначення залишкових напружень у зварних конструкціях була присвячена доповідь «Determination of residual stresses by



Виступає президент Міжнародної академії НК Джузеппе Нардоні (Італія)

laser shearography method» (L. Lobanov, V. Savitsky, Paton Electric Welding Institute of NASU). В ній показано переваги оптичних методів (голографії, оптичної інтерферометрії, спекл-інтерферометрії та цифрової кореляції зображень) для вирішення даної проблеми порівняно із стандартним методом, який передбачає свердлення отворів і використання засобів тензометрії. Серед оптичних методів на думку авторів найбільш перспективним є метод лазерної широгографії, який на відміну від голографічного та спекл-інтерферометричного методів не вимагає спеціальної віброізоляції. Проведені експерименти та результати моделювання показали, що поєднання лазерної широгографії з методом отворів дозволяє визначати залишкові напруження у виробничих умовах з високою точністю.

Значне місце у роботі секції було приділено розвитку електромагнітних методів НК. В доповіді «Development of electromagnetic NDT methods for structural integrity assessment» (V. Uchanin, O. Ostash, Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU) розглянуто питання оцінювання механічних характеристик матеріалів на основі вимірювання питомої електропровідності (ПЕП) алюмінієвих сплавів (АС) вихрострумним методом та вимірювання коерцитивної сили (КС) феромагнітних сталей структуроскопами типу КРМ-Ц. Принциповою особливістю роботи є визначення кореляційних залежностей параметрів матеріалу, які можна визначити методами НК, з характеристиками циклічної тріщиностійкості матеріалу, які необхідні для визначення залишкового ресурсу конструкцій. Досліджено кореляційні зв'язки між ПЕП та механічними характеристиками деградованих АС авіаційних конструкцій за великих термінів експлуатації, а також між ПЕП та механічними характеристиками

АС зварних з'єднань. Встановлено кореляційні залежності між змінами КС і змінами характеристик циклічної тріщиностійкості сталей 12Х1МФ та 15Х1М1Ф паропроводів теплових електростанцій в процесі їх тривалої експлуатації. Показано можливість оцінювання напруженого стану елементів корпусів суден на основі вимірювання КС. Представлено дослідження з магнітоанізотропного методу визначення напруженого стану і результати його практичного застосування.

У доповіді «Detection of cracks in ferrous steel structures: new innovative eddy current techniques» (V. Uchanin, G. Nardoni, Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU, I&T Nardoni Institute, Italy) висвітлені питання застосування вихрострумних перетворювачів (ВСП) подвійного диференціювання для виявлення тріщин у конструкціях із феромагнітних сталей. Подана докладна інформація про властивості та переваги вказаних ВСП. Представлено результати з виявлення тріщин у деталях в лопатках і отворах газових турбін. Ще одним із прикладів використання даного типу ВСП є контроль трубних поковок. При цьому окремі ВСП подвійного диференціювання використовують в якості елементів у багатоелементних ВСП (типу EDDYLINE). Такі ВСП у комбінації із дефектоскопом ELOTTEST B300 використовують для виявлення тріщин у трубних поковках, що дозволяє суттєво збільшити продуктивність НК.

Проблемі визначення компонентів перехідного опору, необхідного для контролю протикорозійного захисту і діагностики технічного стану підземних трубопроводів (ПТ), була присвячена доповідь «Determination of components of transient resistance of underground pipeline» (R. Dzhala, V. Dzhala, R. Savula, O. Senyuk, B. Verbenets, Karpenko Physico-Mechanical Institute of NASU, Lvivtransgaz). Представлено нові можливості визначення розподілу перехідного опору труба-земля вздовж траси та його компонентів (питомих опорів ізоляції, ґрунту, поляризації) на ділянках ПТ за безконтактними вимірами струмів та контактними вимірами потенціалів із урахуванням встановлених зв'язків між компонентами електричного поля біля ПТ. На основі цього можна оцінювати швидкість корозії ПТ і підземних металевих споруд.

За поданими матеріалами видано збірник тез доповідей. Повні тексти доповідей після рецензування будуть опубліковані у спеціальному випуску міжнародного журналу «Procedia Structural Integrity» (видавництво Elsevier).

Член комітету TC17 ESIS, д.т.н. В.М. Учанін,  
к.т.н. В.Г. Рибачук

## 72-а ЩОРІЧНА АСАМБЛЕЯ МІЖНАРОДНОГО ІНСТИТУТУ ЗВАРЮВАННЯ



Цього разу головна подія року в галузі електрозварювання 72-а щорічна Генеральна асамблея Міжнародного інституту зварювання та Міжнародної конференції відкрила столиця Словаччини – Братислава.

Протягом шести робочих днів (7–12 червня 2019 р.), 789 учасників з 45 країн світу мали можливість прослухати 70 доповідей і 92 презентації, провести відповідні регламенту голосування та вибори, та поздоровити лауреатів професійних нагород за досягнення минулих років в галузі зварювання.

За багаторічною традицією Інститут електрозварювання ім. Є.О. Патона Національної академії наук України як член Міжнародного інституту зварювання (МІЗ) взяв участь в роботі форуму. Делегацію очолював представник Інституту в МІЗ учений секретар І.М. Клочков. Разом із ним в роботі форуму взяли участь начальник відділу, кандидат технічних наук М.В. Юрженко, кандидати технічних наук С.І. Мотруніч та С.В. Шваб.

В цьому році МІЗ вирішив відзначити внесок в розвиток зварювання та споріднених технологій наступних вчених:

- медаль Уолтера Едстрьома, що заснована шведською делегацією, отримав пан Мін-Чул Хонг (Корея);

- знаки дійсних членів МІЗ (за участь в роботі МІЗ протягом 10 та більше років) отримали почесний професор Хорст Сержак (Австрія), професор Карл Кросс (США), доктор Річард Далбі (Велика Британія), професор Леіф Карлссон (Швеція), професор Америкіо Скотті (Швеція);

- нагороду Артура Сміта, що заснована делегацією Великої Британії, отримав доктор Кота Кадої (Японія);

- нагороду Кріса Смолбона, що заснована членами МІЗ від Болгарії, Греції, Румунії та Сербії, отримав пан Рей Шук (США);

- медаль Томаса, що заснована Американським товариством зварювання, отримав пан Дуглас Кац (США);

- нагороду Йосякі Арата, що заснована делегацією Японії, отримав професор Леіф Карлссон (Швеція);

- нагороду Халіла Кая Гедіка, що заснована делегацією Туреччини, отримав пан Девід Фінк (США);

- нагороду за кращу у 2018 р. наукову друковану роботу в галузі зварювання, що заснована МІЗ, отримав доктор Вахід Хоссейні (Швеція);

- приз Анрі Граньона, що заснований Французьким інститутом зварювання, отримав доктор Джин-Сонг Чен (США), доктор Хісаія Комен (Японія), дипломований інженер Александр Ніцше (Німеччина) та доктор-інженер Йонас Хенсель (Німеччина);

- приз Уго Гуеррера, що заснував Італійський інститут зварювання, отримала пані Клаудія Паван (Італія).

Вже багато років поспіль ІЕЗ ім. Є.О. Патона вручає одну з найпочесніших нагород цього міжнародного форуму – Приз Євгена Патона. Цей рік, як і завжди, спільноті в галузі електрозварювання було висунуто багато претендентів. Виборів же



Делегація на МІЗ від ІЕЗ ім. Є.О. Патона



Проф. Девід Олсон – лауреат Приза Євгена Патона за 2019 р.

Приз професор зі Сполучених Штатів Америки Девід Олсон за свій внесок в розвиток передових технологій, матеріалів та обладнання для зварювання та споріднених процесів.

Українські учасники Асамблеї, як і завжди, поїхали в Братиславу не з порожніми портфелями. Поїхали не лише, щоб почути інших, але й представити на розсуд фахівців майже з усього світу зварювання свої напрацювання та здобутки.

На об'єднаному засіданні комісії XI (Трубопроводи та посудини, які експлуатуються під тиском) та підкомісії IX-С (Поведінка металів, які зварюються) було представлено доповідь на тему «Solid experience in the use of continuous monitoring systems pipeline thermal station during the operation on the basis of SHM technologies». До її авторського колективу входять Лобанов Л.М., Недосека А.Я., Недосека С.А. та Мотруніч С.І. Доповідь привернула увагу багатьох учасників до ідей та технологій акустично-емісійної діагностики матеріалів та конструкцій, що використовувалася в дослідженнях.

На комісії XIII (Опір втомі зварних елементів і конструкцій) І.М. Клочков та С.І. Мотруніч представили доповідь «High cycle fatigue behaviour of thin sheet joints of aluminium-lithium alloys under constant and variable amplitude loading». І вже на міжнародній конференції ними ж була представлена стендова доповідь «Fatigue life of thin sheet joints of aluminum-lithium alloys produced by FSW and TIG welding technologies».

З доповіддю на Комісії XVI (Полімерні з'єднання та адгезивні технології) виступив Максим Юрженко. Тема доповіді – «Structural studies of the welded joints and hypothesis of the welding mechanism of plastics». Він же виступив на міжна-

родній конференції із доповіддю «Novel theory of plastics welding and its application».

Голова Ради наукової молоді ІЕЗ ім. Є.О. Патона С.В. Шваб взяв участь в роботі WG-RA (Робоча група з питань діяльності в регіонах), виступивши із доповіддю про проведення 19–22 травня 2020 р. в Києві Міжнародної конференції молодих професіоналів зі зварювання та споріднених технологій (YPIC) разом із WRTYS–2020. Ця доповідь була також представлена на засіданні TGYL (Цільова група молодих лідерів).

З початку своєї діяльності у 1948 р. Міжнародний інститут зварювання відіграє провідну роль в розвитку зварювання та об'єднанні діяльності членів цієї організації тепер вже з 53 країн світу. Свої функції в МІЗ виконують робочі групи та Міжнародна рада з ліцензування. Тому значення генеральних асамблей членів МІЗ для зростання, актуальності та динамічності цієї організації важко переоцінити.

Цього року закінчився контракт між МІЗ та Institut de Soudure (Франція). З 1 січня 2020 р. виконавчий офіс буде знаходитися в італійському Istituto Italiano della Saldatura (IIS) Group, а обов'язки головного виконавчого директора від пані Сесіль Майер перейдуть до пана Лука Кости.

Засідання 75 робочих груп відбулось в межах засідань 23 комісій, і проходили вони три дні. Три дні інтенсивних засідань, зустрічей, презентацій тощо. Протягом цього часу робочі групи прийняли 160 рішень, зокрема 144 рішення щодо публікацій у виданні «Welding in the World» (Зварювання в світі). Важливими є також прийняті сім рішень, що затверджені Міжнародною організацією стандартизації (ISO), в галузі електрозварювання та суміжних технологій на підтримку розвитку промисловості.

Підтримка молодих професіоналів, які працюють в галузі електрозварювання, є одним з головних завдань МІЗ. В Братиславі спеціальні заходи були організовані для 144 молодих науковців і студентів. Крім того, вони мали можливість представити свої ідеї та обмінятися думками на засіданнях робочих груп. Найкращі виступи були відзначені призами, зокрема призами Словацької академії наук. Один з призів отримав представник ІЕЗ ім. Є.О. Патона С.І. Мотруніч.

72-а щорічна Генеральна асамблея МІЗ завершила свою роботу. Братислава передала прапор організаторів Сінгапуру, де 19–24 липня 2020 р. відбудеться 73-я щорічна Генеральна асамблея МІЗ. Потім форум прийматиме італійська Генуя, а в 2022 р. головні події в галузі електрозварювання відбудуться в Токіо.

С. Мотруніч, канд. техн. наук



## МЕЖДУНАРОДНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «ЛУЧЕВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В СВАРКЕ И ОБРАБОТКЕ МАТЕРИАЛОВ»

В период с 9 по 13 сентября 2019 г. в Одессе на базе отеля «Аркадия» состоялась IX Международная конференция «Лучевые технологии в сварке и обработке материалов» (LTWMP-2019), организованная Институтом электросварки им. Е.О. Патона НАН Украины, НТУУ «Киевский политехнический институт им. Игоря Сикорского» и Международной Ассоциацией «Сварка».

В работе конференции приняло участие более 60 ученых и специалистов из Украины, Словакии, Германии, Беларуси и Китая. Конференция была организована в виде пленарных и стендовых сессий, рабочие языки конференции русский, украинский и английский (был обеспечен синхронный перевод докладов). Во время пленарных и стендовых сессий было заслушано 37 докладов.

Открыл конференцию Председатель программного комитета конференции, заместитель директора ИЭС им. Е.О. Патона академик И.В. Кривцун. В своем выступлении он отметил, что для участия в конференции заявлены доклады по лазерной тематике, гибридным и 3D технологиям, а также доклады по электронно-лучевым технологиям в сварке и в специальной электрометаллургии. Академик И.В. Кривцун также отметил роль пароголового канала в лучевых технологиях при формировании сварных соединений и роль синергетического эффекта в гибридных технологиях.

Вне программы конференции выступил директор Центра химических технологий Академии инженерных наук А.П. Мухачов (г. Каменское) с информацией о направлениях деятельности центра по восстановлению производства в Украине гафния, циркония, ниобия и молибдена в установках электронно-лучевого переплава.

А.А. Полишко (ИЭС им. Е.О. Патона) провела презентацию конференции молодых ученых и специалистов YPIC/WRTYS 2020 «Young Professionals International Conference on Welding and Related Technologies», 19-22 мая 2020, Киев (<https://ypic2020.com>) и пригласила ученых, специалистов и руководителей предприятий к участию в ней в качестве докладчиков, слушателей и спонсоров.

В конференции также приняли участие без докладов представители ряда промышленных предприятий Украины из Киева, Днепра, Запорожья, Харькова,



Выступление академика И.В. Кривцуна при открытии конференции

Кривого Рога, Каменского, использующие в производственном цикле лазерные и лучевые технологии.

По завершению конференции был проведен Круглый стол «Новые разработки в области 3D лучевых технологий». Во время проведения круглого стола обсуждались актуальные проблемы развития лучевых сварочных технологий применительно к получению трехмерных изделий из различных металлических материалов и были продемонстрированы готовые изделия, полученные с помощью лазерного 3D прототипирования (ООО «Лазерные аддитивные технологии Украины») и в электронно-лучевых установках (ЧАО «НВО Червона Хвиля», ИЭС им. Е.О. Патона).

К концу 2019 г. будут изданы труды конференции LTWMP-2019. Труды предыдущих восьми конференций LTWMP можно заказать в редакции журнала «Автоматическая сварка».

Доброжелательная, гостеприимная, творческая обстановка конференции способствовала развитию полезных дискуссий, установлению деловых контактов. Участники конференции выразили единодушное одобрение предложению о проведении следующей, десятой Международной конференции по лучевым технологиям в сварке и обработке материалов (LTWMP-2021) в сентябре 2021 г. в Одессе, Украина.

Организационный комитет конференции LTWMP-2019 выражает благодарность и признательность компаниям Червона Хвиля, Технологии высоких энергий, Китайско-украинскому институту сварки им. Е.О. Патона, Центру «Титан» ИЭС, Центру электронно-лучевой сварки ИЭС и Международному центру электронно-лучевых технологий ИЭС за оказанную помощь в проведении конференции.

А.Т. Зельниченко, канд. физ.-мат. наук.