

## УКРАЇНСЬКО-ГРЕЦЬКИЙ СИМПОЗИУМ З МЕХАНІКИ РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ І МІЦНОСТІ КОНСТРУКЦІЙ

Згідно з Угодою від 26 жовтня 2009 р. про співпрацю між Національною академією наук України та Європейським товариством з цілісності конструкцій (ESIS) з 3 по 7 жовтня 2011 р. у Львові як плановий захід відбувся Другий українсько-грецький симпозиум з механіки руйнування матеріалів і міцності конструкцій. Організаторами були Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України (ФМІ НАН України), Національний університет “Львівська політехніка” (НУ “Львівська політехніка”), Інститут електрозварювання ім. Є. О. Патона НАН України (ІЕЗ НАН України), Українське товариство з механіки руйнування матеріалів (УТМРМ). З грецької сторони його співорганізаторами були Університет Демокріта (Democritus University of Thrace, Xanthi, Greece) та Національний технічний університет в Афінах (National Technical University of Athens).

На церемонії відкриття симпозиуму виступили академік НАН України В. В. Панасюк, голова грецької делегації проф. Е. Гдоутос (E. Gdoutos) та проректор НУ “Львівська політехніка” проф. Д. В. Федасюк.



Учасники симпозиуму перед НУ “Львівська політехніка”.

У своєму виступі В. В. Панасюк відзначив, що створення матеріалів і конструкцій з високими фізико-механічними характеристиками, зокрема з високою міцністю та стійкістю до дії різних експлуатаційних чинників (фізично активного, корозійно-агресивного, наводнювального середовищ), високих або низьких температур, а також параметрів навантаження (статичного, циклічного або динамічного) є одним із пріоритетних напрямів матеріалознавства. Адже з розвитком суспільства постійно виникають нові вимоги щодо забезпечення надійності і довговічності експлуатації різних машин, споруд та об'єктів. Створення та вдосконалення нової техніки висуває перед наукою про міцність матеріалів і зварних з'єднань нові завдання щодо врахування екстремальних умов їх використання. Це стосується, зокрема, деградації початкових значень фізико-механічних характеристик матеріалів під час їх тривалої експлуатації та виникнення в них дефектів типу тріщин.

У другій половині 20-го століття на стику класичної механіки деформівного твердого тіла, фізики твердого тіла та хімії поверхневих явищ сформувалася нова га-

лузь науки про міцність і руйнування матеріалів – механіка руйнування та міцності (цілісності) матеріалів або скорочено “механіка руйнування”. Головні її завдання спрямовані на розв’язання проблем деформування, руйнування та забезпечення цілісності конструкцій (у тому числі зварних) під час їх експлуатації.



Відкриття симпозіуму

(в президії, зліва направо: професори Д. В. Федасюк, В. В. Панасюк, Е. Гдоутос).

Науковий і практичний інтерес до цієї галузі науки постійно зростає. Проводяться міжнародні всесвітні (ICF), європейські (ECF), національні (наприклад, у 2009 р. в Україні відбулася вже Четверта міжнародна конференція “Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій”, в якій взяв участь Президент ESIS проф. Е. Гдоутос), а також локальні або регіональні конференції, симпозіуми та наради з актуальних питань механіки руйнування матеріалів і цілісності конструкцій. На таких конференціях можна отримати інформацію про найновіші фундаментальні та прикладні результати з цієї проблематики, визначити тенденції розвитку досліджень і зробити висновки про головні напрямки досліджень на світовому рівні. Але великі форуми не дають нагоди обговорити низку конкретних питань щодо координації досліджень та співпраці над вирішенням наукових і прикладних проблем у галузі механіки матеріалів, налагодити співпрацю між окремими науковими та навчальними закладами. У червні 2009 р. під час Четвертої міжнародної конференції “Механіка руйнування матеріалів і міцність конструкцій” у Львові ректор НУ “Львівська політехніка” проф. Ю. Я. Бобало, президент ESIS Е. Гдоутос, директор ФМІ проф. В. В. Панасюк домовилися підготувати угоду про співпрацю між цими організаціями, маючи на увазі конкретні питання науки про матеріали та підготовку молодих спеціалістів у цій галузі. Як результат, 26 жовтня 2009 р. підписано Угоду між Національною академією наук України та ESIS про міжнародну співпрацю між Фізико-механічним інститутом НАН України, Національним університетом “Львівська політехніка” (Україна) та Університетом Демокріта (Греція).

Програма співпраці між учасниками цієї Угоди успішно виконується. Зокрема, у жовтні 2010 р. відбувся Перший українсько-грецький симпозіум у м. Ксанті (Греція), а в жовтні 2011 р. провели Другий українсько-грецький симпозіум у Львові (Україна).

На симпозіумі розглядали актуальні питання фундаментальних та прикладних досліджень з механіки руйнування матеріалів і цілісності конструкцій, зокрема теорія та методи дослідження локальних деформацій біля вершини гострого концентратора тріщини, методи оцінювання граничної рівноваги (міцності) тіл з тріщинами за умов складного навантаження, значну увагу приділили проблемі взаємодії водню з деформованим металом, зокрема стосовно оцінювання довговічності трубопроводів під час їх використання для транспортування водню та його сумішей, неруйнівні методи контролю дефектності матеріалів, а також розглянули питання використання водню як технологічного середовища для формування анізотропних наноструктур деяких магнетних матеріалів з метою підвищення їх функціональних властивостей.

Виступаючи під час відкриття симпозіуму, голова делегації грецьких науковців проф. Е. Гдоутос, доповнив перелік завдань механіки руйнування тими, які актуальні для них. Зокрема, відзначено оцінювання переміщення незакріплених на вершині колон статуй внаслідок коливання ґрунту, контроль структурного стану композитних матеріалів з використанням акустичної емісії, оцінювання і прогнозування деформа-

цій трубопроводів внаслідок зміщення ґрунтів, вдосконалення властивостей бетонів їх армуванням наночастинками тощо.

У симпозиумі взяли участь не лише українські та грецькі спеціалісти, але і делегація науковців з Франції на чолі з керівником наукової школи з механіки руйнування матеріалів і міцності конструкцій Paul Verlaine University (м. Метц) проф. **Г. Плювінажем**, а також экс-керівник 10-го Технічного комітету ESIS “Environmentally assisted cracking” доктор **В. Дітзель** (Німеччина) і теперішній його керівник проф. **Є. Торібіо** (Іспанія). Науковці ФМІ впродовж багатьох років співпрацюють з ними у питаннях організації Літніх шкіл з механіки руйнування. Їх участь дає підстави сподіватися, що за підтримки ESIS наступні симпозиуми можна буде організовувати періодично у різних країнах Європи. Це дасть можливість зробити їх однією з форм регулярної роботи комітетів ESIS.

Загалом на конференції було представлено 30 наукових доповідей. Українські науковці виголосили 15: вісім – від ФМІ НАН України, п’ять – від ІЕЗ НАН України і дві – від НУ “Львівська політехніка”.

Після відкриття конференції з пленарними доповідями виступили проф. **Е. Гдоугос** (Characterization of fracture instability by the strain energy density theory) та академік НАН України **В. В. Панасюк** і чл.-кор. НАН України **І. М. Дмитрах** (Hydrogen effect on fatigue crack growth in structural steels and fracture risk assessment of defected pipelines).



Виступи професорів Е. Гдоугоса, Г. Плювінажа, І. М. Дмитраха та Є. Торібіо.

Симпозиум був структурований на чотири тематичні секції: 1) загальні проблеми механіки руйнування і міцності матеріалів та сучасні методи контролю дефектів структури; 2) методи моніторингу деформацій і пошкоджень матеріалів (типу гострих концентраторів напружень) – тріщини в конструкційних елементах; 3) вплив середовищ, зокрема наводнювальних, на міцність матеріалів; 4) характеристики матеріалів під час екстремальних умов експлуатації. Учасники з української сторони подали свої доповіді в трьох з чотирьох секцій:

**Panasyuk V. V., Dmytrakh I. M.** Hydrogen effect on fatigue crack growth in structural steels and fracture risk assessment of defected pipelines (ФМІ НАН України, Львів, доповідач І. М. Дмитрах);

**Bobalo Yu. Ya., Kindratsky B. I.** Lviv Polytechnic scientists contribution to solving problems of diagnostics and increase of residual life of long-term service structures (НУ “Львівська політехніка”, Львів, доповідач Б. І. Кіндрацький);

**Nazarchuk Z. T., Skalsky V. R., Rudavsky D. V.** Specificities of barkhausen jumps variation under action of electrolytic hydrogenation (ФМІ НАН України, Львів, доповідач Д. В. Рудавський);

**Muravsky L. I., Ivanyts'kyi Ya. L.** Study of structural material surface deformations by speckle metrology techniques (ФМІ НАН України, Львів, доповідач Л. І. Муравський);

**Kindratsky B. I., Stasiuk B. M.** Three-dimensional elastic problem for a limited bodies with crack (НУ “Львівська політехніка”, Львів, доповідач Б. М. Стасюк);

**Muravsky L. I., Ostash O. P., Kmet' A. B., Voronyak T. I., Andreiko I. M.** Two-frame phase-shifting interferometry with a blind phase shift for determination of the fatigue process zone size (ФМІ НАН України, Львів, доповідач Л. І. Муравський);

**Lobanov L. M., Rabkina M. D., Nekhotyashchiy V. A.** Investigation of technical state of oxygen cylinders applying coercive force (ІЕЗ НАН України, Київ, доповідач М. Д. Рабкіна);

**Knysh V. V., Solovey S. O.** Damage accumulation under variable-amplitude loading of as-welded and treated by ultrasonic penning joints (ІЕЗ НАН України, Київ, доповідач С. О. Соловей);

**Nykyforchyn H., Student O.** Effect of hydrogen degradation on mechanical behaviour of refinery steels (ФМІ НАН України, Львів, доповідач Г. М. Никифорчин);

**Stepanyuk S. M., Pokhodnya I. K.** The hydrogen assisted cold cracking of high strength steel weldments (ІЕЗ НАН України, Київ, доповідач С. М. Степанюк);

**Poznyakov V. D.** Effect of repair welding on service characteristics of welded joints of high-strength steels (ІЕЗ НАН України, Київ);

**Pokhmurskii V. I., Vasyliv Ch. B., Vynar V. A., Holovchuk M. Ya., Ratska N. B.** Influence of electrolytic hydrogenation on tribological behavior of armco-iron and niobium as model materials with BCC Lattice (ФМІ НАН України, Львів, доповідач В. А. Винар);

**Ignatenko O. V., Pokhodnya I. K.** Influence of hydrogen-enhanced localized plasticity and grain size on the strength of bcc metal (ІЕЗ НАН України, Київ, доповідач О. В. Ігнатенко).



Під час дискусії та обговорення доповідей професорів  
Г. Плювінажа, Г. М. Никифорчина та М. С. Котста-Гдоутос.

З грецької сторони подали доповіді різні наукові школи. Зокрема, Національний технічний університет в Афінах (National Technical University of Athens), Університет Демокріта в Трасі (Democritus University of Thrace) та Університет в Іоанні (University of Ioannina). Доповіді грецьких науковців-дослідників присвячені:

– розробленню нових матеріалів для реставрації та прогнозуванню подальшої роботоздатності елементів архітектурних пам'яток Греції – роботи науковців з Національного технічного університету в Афінах і Університету Демокріта в Трасі (**Kourkoulis S. K. and Pasiou E. D.** Mechanical behaviour of marble epistyles joined together by a titanium connector under different types of loading; **Konsta-Gdoutos M. S. and Metaxa Z. S.** Mechanical and fracture properties of cementitious materials reinforced at the nano and microscale; **Kourkoulis S. K. and Markides Ch. F.** Brazilian disc under sinusoidal distributed tangential load);

– застосуванню методу акустичної емісії для моніторингу структури композиційних матеріалів – робота професора з Університету в Іоанні (**Paipetis A.** Acoustic structural health monitoring of composite materials);

– пошуку шляхів врахування зміщення ґрунтів під час оцінювання роботоздатності трубопроводів – робота науковців з Національного технічного університету в Афінах (**Liolios A., Iossifidou K., and Liolios K.** Dynamic soil–pipeline interaction under environmental effects causing soil–fracture: a numerical approach). Результати співпраці грецьких дослідників представив д-р Д. Міріоніс з Шеффільдського університету Халлам (**Myriounis D. P., Hasan S. T., Matikas T. E.** Fracture toughness of MMCS

subjected to heat treatment – NDE), які присвячені властивостям композитів для високотемпературного застосування на основі алюмінію, армованого частинками карбиду кремнію.

Представники французької школи механіки руйнування подали чотири доповіді, серед яких:

**Pluvinage G.** Local fracture criteria: intrinsic or not? (Universite Paul Verlaine Metz, France);

**Zalt A., Gilgert J., Azari Z.** Application of the volumetric method on welded structures (École Nationale d'Ingénieurs de Metz, France);

**Alhoussein A., Capelle J., Gilgert J., Dominiak S., Azari Z.** Influence of sandblasting and hydrogen on tensile and fatigue properties of pipeline API 5L X52 steel (École Nationale d'Ingénieurs de Metz, France);

Від Німеччини доповідав д-р В. Дітзель (**Dietzel W., Ebel T., Heitmann V. and Scheider I.** Stress corrosion cracking studies of MIM Ti–Al6–V4 – Helmholtz-Zentrum Geesthacht Institut fuer Werkstoffforschung, Geesthacht, Germany), а від Іспанії – проф. Е. Торібіо (**Toribio J., Matos J. C., Gonzalez B., Escuarda J.** Numerical prediction of corrosion-fatigue crack growth in high-strength steel – E.P.S., Zamora, Spain).

Упродовж роботи симпозіуму відбувалося обговорення і наукові дискусії щодо перспектив подальшого розвитку механіки руйнування, розширення діапазону її застосування стосовно сучасних конструкційних матеріалів, поєднання можливостей механіки руйнування та методів неруйнівного контролю технічного стану реальних конструкцій. В заключних виступах під час закриття конференції професори Е. Гдоутос і В. В. Панасюк відзначили високий рівень доповідей, презентованих на симпозіумі представниками різних шкіл з механіки руйнування Греції, України, Франції, Німеччини та Іспанії.

Під час дискусій учасники симпозіуму обговорювали також можливості розширення багатосторонньої співпраці науковців європейських держав та продовження співпраці між Грецією і Україною в межах діючої п'ятирічної Угоди між НАН України та Європейським товариством з цілісності конструкцій.

За результатами проведених дискусій прийняли ухвалу, яку затвердили своїми підписами співголови симпозіуму професори В. В. Панасюк, Е. Гдоутос та Ю. Я. Бобало. Її текст подано нижче.

*Другий українсько-грецький симпозіум*  
**“МЕХАНІКА РУЙНУВАННЯ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ”**  
м. Львів, Україна, 3–7 жовтня 2011 р.  
(Ухвала)

*Симпозіум було організовано згідно з Угодою про співпрацю між Національною академією наук України (НАН України) та Європейським товариством з цілісності конструкцій (ESIS), підписаною 26 жовтня 2009 р. у м. Києві. Організаторами симпозіуму були Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка НАН України, Національний університет “Львівська політехніка”, Українське товариство з механіки руйнування матеріалів та Університет Демокріта (Греція).*

*У роботі симпозіуму взяли участь понад 50 учасників та було виголошено тридцять доповідей: 15 від України, 9 від Греції, 4 від Франції і по одній від Іспанії та Німеччини. Програма симпозіуму включала 4 секційні засідання:*

- загальні проблеми механіки руйнування і міцності матеріалів та сучасні методи контролю дефектів структури;
- методи моніторингу деформацій та пошкоджень матеріалів біля гострих концентраторів напружень – тріщин в конструкційних матеріалах;
- вплив середовища, зокрема водневого, на міцність матеріалів;
- характеристики матеріалів під час екстремальних умов експлуатації.

Учасникам і гостям симпозиуму було роздано підготовлений збірник розширених анотацій доповідей. На основі поданих фундаментальних та прикладних результатів та їх обговорення, учасники симпозиуму погодили такі пріоритетні напрямки для подальших досліджень:

- встановлення критеріїв для оцінки стану граничної рівноваги деформованого матеріалу у вершині гострих концентраторів напружень із урахуванням сумісного впливу напружень та робочого середовища, зокрема водневого;
- розроблення сучасних методів контролю дефектності конструкційних матеріалів в експлуатаційних умовах та розробка систем моніторингу надійності та роботоздатності конструкційних елементів;
- посилення досліджень з використання водню як технологічного середовища з метою покращення функціональних характеристик металічних матеріалів;
- розроблення ефективних методів оцінки роботоздатності зварних з'єднань з урахуванням одночасної дії навантаження, температури та водневого середовища.

Учасники симпозиуму підтримали ідею про організацію міжнародних спеціалізованих симпозиумів з проблем механіки руйнування матеріалів і міцності конструкцій (кожних 2–3 роки). Було прийнято рішення надіслати звернення Президенту ESIS з проханням підтримати цю ідею.

Такі симпозиуми можуть мати загальну назву “Міцність матеріалів та діагностика конструкцій”. Для кожного з них може визначатися окрема підназва. Наприклад, наступний симпозиум під назвою “Технічна діагностика структур: теорія та методи” можна провести у Львові в 2014 році.



Учасники засідання Технічного комітету № 10 “Розтріскування у середовищах” та його підкомітету “Воднева деградація” Європейського товариства з цілісності конструкцій.

Крім того, під час проведення цього симпозиуму, 3 жовтня відбулося засідання Технічного комітету № 10 “Розтріскування у середовищах” та його підкомітету “Воднева деградація” Європейського товариства з цілісності конструкцій (ESIS) під головуванням голови комітету проф. Є. Торібіо. Під час засідання виступили з доповідями д-р **В. Дігзель** з Німеччини (20 років діяльності Комітету № 10: що досягнуто і що залишилося зробити), проф. **Г. М. Никифорчин** (Стан реалізації Угоди між НАН України і ESIS та діяльність українсько-польсько-німецьких Літніх шкіл з механіки руйнування матеріалів і конструкцій), проф. **Є. Торібіо та Г. М. Никифорчин** (Про перспективи діяльності Комітету № 10 “Розтріскування у середовищах” та його підкомітету “Воднева деградація”).

*І. М. Дмитрах, О. З. Студент*