

ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ім. Г. В. КАРПЕНКА НАЦІОНАЛЬНОЇ АКАДЕМІЇ НАУК УКРАЇНИ

(До 60-річчя з часу заснування)

Фізико-механічний інститут ім. Г. В. Карпенка (ФМІ) Національної академії наук України (НАНУ) заснований у Львові у 1951 році на базі Львівських академічних установ і тепер є найбільший академічний заклад у Західній Україні. Нині в його штаті понад 500 працівників. Серед них п'ять членів НАН України; 34 – доктори наук, 103 – кандидати наук. В Інституті функціонує 18 наукових відділів, науково-організаційний підрозділ та дослідне виробництво.

Інститут виконує наукові дослідження у трьох напрямках:

- фізико-хімічна механіка руйнування та міцності матеріалів, яка охоплює і водневе окрихчення;
- теорія, технології та методи захисту металоконструкцій від корозії та корозійно-механічного руйнування;
- фізичні поля в неоднорідних середовищах та інформаційно-вимірjuвальні системи, зокрема методи та засоби для неруйнівного контролю якості виробів, дистанційного зондування Землі, космічних досліджень.

При Інституті діють наукова рада НАН України “Фізико-хімічна механіка матеріалів” (з 1965 р.) і міжвідомча науково-технічна рада НАН України з проблем корозії та протикорозійного захисту металів (з 1979 р.).

На базі Інституту сформувалися такі наукові семінари (наукові школи):

- Проблеми механіки руйнування та міцності матеріалів (акад. НАНУ В. В. Панасюк, чл.-кор. НАНУ І. М. Дмитрах).
- Корозія та захист металів від корозії (чл.-кор. НАНУ В. І. Похмурський, д.т.н. Г. М. Никифорчин).
- Фізичні поля в неоднорідних середовищах та неруйнівний контроль матеріалів і середовищ (акад. НАНУ З. Т. Назарчук, д.ф.-м.н. Д. Б. Куриляк).
- Структурна механіка та міцність матеріалів під дією високих температур (чл.-кор. НАНУ В. М. Федірко, д.т.н. О. П. Осташ).

Тут функціонують дві спеціалізовані вчені ради з захисту кандидатських та докторських дисертацій:

- рада Д 35.226.02 зі спеціальностей: механіка деформівного твердого тіла; матеріалознавство; хімічний опір матеріалів та захист від корозії;
- рада Д 35.226.01 зі спеціальностей: діагностика матеріалів та конструкцій; прилади і методи контролю та визначення складу речовин.

З 1965 р. Інститут видає науково-технічний журнал “Фізико-хімічна механіка матеріалів”, який став провідним у висвітленні проблем фізико-хімічної механіки руйнування та міцності матеріалів, впливу середовища на міцність матеріалів, зокрема водневих, теорії, методів і технологій захисту металів від корозії. Журнал перевидается англійською мовою видавництвом “Springer” під назвою “Materials Science”. З цього ж 1965 р. регулярно виходить міжвідомчий збірник “Відбір та обробка інформації”, а також тематичні збірники наукових праць. Вагомим досягненням Інституту є публікація упродовж 1988–2009 рр. серії фундаментальних праць “Механіка руйнування та міцність матеріалів” (12 томів).

Значну увагу в Інституті приділяють підготовці висококваліфікованих фахівців для наукових установ, вищих навчальних закладів та промисловості України.

Створено філії кафедри механіки Львівського національного університету ім. Івана Франка за спеціальністю “фізико-хімічна механіка матеріалів, корозія та протикорозійний захист” та кафедри обладнання і технологій зварювального виробництва Національного університету “Львівська політехніка” – з технічної діагностики.

За минулі 60 років співробітники Інституту захистили 84 докторських та 587 кандидатських дисертацій, у тому числі, відповідно, 17 і 60 – за останні десять років. Науковці ФМІ опублікували 274 монографії, отримали понад 1600 авторських свідоцтв на винаходи. Їх відзначено двома Державними преміями СРСР, вісьмома Державними преміями України, сімнадцятьма преміями Академії наук України.

Вагомий внесок у розвиток Інституту, формування фундаментальних досліджень з профільюючих наукових напрямків та у впровадження отриманих результатів у промисловості зробили: директори Інституту М.М. Шумиловський, Г. В. Карпенко, В.В. Панасюк, члени Академії наук України, провідні науковці Інституту. ФМІ присвоєно ім’я академіка Г. В. Карпенка на вшанування його заслуг перед наукою та Інститутом.

Формування наукових шкіл із проблем фізико-хімічної механіки руйнування та міцності матеріалів. У 1952 р. Г. В. Карпенко започаткував новий напрям з досліджень впливу робочих середовищ на міцність матеріалів, який дістав назву “фізико-хімічна механіка матеріалів”. Впродовж 50–60-х р. Інститут досягнув вагомих результатів у цій галузі науки, зокрема у вивченні корозійної втоми та корозійного розтріскування металів (Г. В. Карпенко, І. І. Василенко, В. Т. Степуренко, А. Н. Тинний, Ф. П. Янчинин, А. І. Яцюк та ін.), високотемпературної роботоздатності конструкційних матеріалів (Г. Г. Максимович, М. Й. Чаєвський та ін.), водневого окрихчення металів та сплавів (Г. В. Карпенко, Р. І. Крип’якевич та ін.). Ці дослідження стали основою нових технологій зміцнення матеріалів: термомеханічне та поверхневе зміцнення (Ю. І. Бабей, О. М. Романів), багатофункціональні комплексні покриття (В. І. Похмурський), інгібітори корозійно-механічного руйнування (Ю. І. Бабей, О. К. Міндюк).

Від 1952 по 1959 рр. над проблемами міцності деформівних твердих тіл (матеріалів), послаблених різними концентраторами напружень, працювали у відділі математичної теорії пружності, очолюваному академіком Г. М. Савіним, та відділі прикладної теорії пружності, очолюваному проф. М. Я. Леоновим, де зосередили увагу на вивченні граничної рівноваги твердих тіл з тріщинами (М. Я. Леонов, В. В. Панасюк), концентрації напружень біля отворів у пластинах та термоміцності (Г. М. Савін, Я. С. Підстригач, С. Я. Ярема). Впродовж 50–60-х років ці наукові напрямки у галузі механіки матеріалів значно посилили, залучивши до роботи молодих спеціалістів із ВНЗ західного регіону України.

Серед перших загальноновизнаних наукових результатів назвемо інверсію втомної міцності металів у корозивному середовищі (Г. В. Карпенко), нові розв’язки задач про концентрацію напружень у деформівних тілах з отворами (Г. М. Савін, Я. С. Підстригач), деформаційні критерії гранично-рівноважного стану пружно-пластичних тіл з тріщинами (М. Я. Леонов, В. В. Панасюк), методи обчислення коефіцієнтів інтенсивності напружень для деформівних твердих тіл з тріщинами (М. П. Саврук, В. В. Панасюк, О. П. Дацишин) та дослідження з теорії згину пластин з дефектами типу тріщин (Л. Т. Бережницький та ін.). Ці результати у значній мірі утвердили львівську наукову школу механіків-матеріалознавців.

Методи оцінки тріщиностійкості матеріалів та їх стандартизація. Інститут став провідною організацією в країні зі стандартизації характеристик тріщиностійкості та відповідних їм методик випробувань. Тут розроблено основи методів оцінки статичної тріщиностійкості на циліндричних зразках із круговою тріщиною (О. Є. Андрейків, С. Є. Ковчик, М. С. Когут, В. В. Панасюк, С. Я. Ярема).

Механіка втомного руйнування. Вже у 60-ті роки в Інституті розпочалися широкомасштабні дослідження швидкості росту втомних тріщин у сталях, алюмінієвих, магнієвих та титанових сплавах і конструкційній кераміці в газових середовищах, вакуумі за нормальних та низьких температур. В результаті встановлено загальні закономірності кінетики росту тріщин, її аномалії внаслідок впливу хімічного складу, технології виготовлення, термообробки та параметрів навантаження (О. М. Романів, С. Я. Ярема, О. П. Осташ). На цій основі створено нормативні документи на метод випробувань, затверджений Держстандартом СРСР (О. М. Романів, С. Я. Ярема та ін.).

Корозійна механіка руйнування. Отримано (1980–1990 рр.) фундаментальні результати про вплив агресивних середовищ на тріщиностійкість металів та сплавів (В. В. Панасюк, І. М. Дмитрах, Л. В. Ратич, О. М. Романів, Г. М. Никифорчин). Запропоновано нову концепцію корозійної механіки руйнування конструкційних матеріалів, за якою зону передруйнування біля вершини тріщини описують характеристиками напружено-деформованого стану матеріалу; параметрами, які визначають фізико-хімічну взаємодію між деформованим тілом та середовищем, а також параметрами стану поверхні матеріалу під час руйнування (І. М. Дмитрах, В. В. Панасюк, Л. В. Ратич). Розвинуто методологію оцінки коефіцієнтів інтенсивності напружень корозійних тріщин з урахуванням морфології їх поверхні та галуження (Г. М. Никифорчин). На цих результатах ґрунтуються сучасні методи побудови основних діаграм втомної тріщиностійкості для прогнозування довговічності конструкційних елементів у корозивних середовищах.

Структурна механіка руйнування. Сформовано новий науковий напрям – структурну механіку руйнування матеріалів (О. М. Романів, О. П. Осташ, С. Я. Ярема). Встановлено особливості впливу зміцнення сплавів на їх тріщиностійкість (твердорозчинне та дисперсійне зміцнення, деформаційний поліморфізм і т.д.). На основі оцінювання тріщиностійкості матеріалів (О. М. Романів, О. Н. Ткач), а також фрактографічного аналізу мікромеханізмів руйнування (Ю. В. Зима) запропоновано концепцію структурної чутливості припорогової тріщиностійкості матеріалу (важливого технічного показника опірності матеріалу поширенню в ньому втомної тріщини).

Починаючи з 2001 р., досягнуто важливих результатів з визначення періоду утворення біля заданого концентратора напружень мінімальної втомної макротріщини під час циклічного деформування тіла.

Досліджено вплив композиційних покриттів на втому та корозійне розтріскування металів (В. І. Похмурський та ін.). Оцінено вплив водню і корозивних середовищ залежно від типу системи “метал–середовище” на корозійне розтріскування металів (Р. К. Мелехов). Розроблено нові низьколеговані сталі з підвищеною тривкістю до розтріскування у сірководні (І. І. Василенко). Значну увагу спрямовано на дослідження роботоздатності високоміцних металів у рідкометалевих теплоносіях АЕС (Г. Г. Максимович, М. Й. Чаєвський, Є. М. Лютий, В. В. Попович).

Розроблено методику оцінювання роботоздатності сталей парогонів ТЕС із урахуванням пусків–зупинок блоків, яка базується на виявленому різному характері впливу наводнювання сталей на їх тріщиностійкість. Цю методику покладено в основу підготовленого нормативного документу Мінпаливенерго СОУ 40.3-0013044-20:2010, який визначає порядок оцінювання технічного стану металу паропроводів ТЕС (Г.М. Никифорчин, О.З. Студент).

Упродовж 2000–2010 рр. розроблено нові технології зміцнення поверхневих шарів деталей машин і виробів з метою підвищення їх довговічності. Проаналізовано різні типи багатокомпонентних дифузійних покриттів (з бором, кремнієм, алюмінієм), що посилюють опір утомі сталей, особливо в корозивних середовищах. Сформульовано теоретичні й технологічні принципи осадження порошково-

го матеріалу на металевій поверхні виробу з використанням різних евтектичних покривів, газотермічного розпилення – плазмового, газополум'яного, іонно-плазмового, детонаційної наплавки, ВЧ-струмами у захисній атмосфері (В. І. Похмурський, В. М. Голубець, М. І. Пашечко).

Запропоновано нові технології термообробки і поверхневого насичення титанових та алюмінієвих сплавів у контрольованих киснево-нітридних середовищах (В. М. Федірко, І. М. Погрелюк та ін.).

Для виконання цих досліджень розроблено і виготовлено унікальне дослідне обладнання (див. збірник **Фізико-механічний інститут (До 60-річчя з часу заснування)** / Під ред. В. В. Панасюка. – Львів : Сполом, 2011. – 324 с.)

Формування наукової школи у галузі діагностики фізичних властивостей середовищ і матеріалів. Одними із профілюючих наукових напрямків Інституту є теоретичні дослідження та використання різних фізичних полів для діагностики стану різних об'єктів і середовищ, створення методів і засобів неруйнівного контролю стану об'єктів і матеріалів. Перші дослідження розпочали у 50-ті роки М. М. Шумиловський, В. М. Михайловський, К. Б. Карандеєв та ін. Такі комплексні роботи, що включають теорію фізичних полів у неоднорідних середовищах, відбір і обробку сигналів від зондованого об'єкта та створення необхідних засобів вимірювання цих сигналів, стали основою нового наукового напрямку з проблем приладобудування (або фізикометрії). Тут відзначимо такі результати.

Для дослідження космічного простору розроблено нові теоретичні засади та створено швидкодійні бортові процесори, а також вимірювальні прилади для космічних експериментів (Б. І. Блажкевич, В. В. Грицик, М. А. Раков). Використовуючи їх, вчені Інституту взяли участь у реалізації відомого експерименту 20-го століття "ВЕГА", в якому забезпечили вимірювання електричного поля в космічній плазмі (П. М. Сопрунок, В. С. Цибульський та ін.), розробили та впровадили в практику ряд геофізичних приладів для пошуку та оцінки об'ємів корисних копалин у надрах Землі (Л. Я. Мізюк, В. І. Гордієнко, Р. Ф. Федорів та ін.), створили унікальну експериментальну базу для космічних досліджень у декаметровому діапазоні радіохвиль (В. В. Кошовий, О. М. Свенсон та ін.). У першому десятиріччі 21-го століття розробили теорію вимірювання та відповідні математичні моделі електромагнетного й акустичного полів у неоднорідному середовищі і створили апаратуру для пошуку та оцінювання стану різних підземних комунікацій (Я. П. Драган, З. Т. Назарчук, І. М. Яворський).

Особливого розвитку набули акустичні та вихрострумові методи неруйнівного контролю. Розроблено оригінальні вихрострумові дефектоскопи та аналізатори для виявлення приповерхневих тріщин та інших дефектів у металевих виробках, які впроваджені в інженерну практику, зокрема на підприємствах авіаційної техніки (А. Я. Тетерко, В. М. Учанин). Створено спеціальні системи сенсорів і необхідне програмне забезпечення для розпізнавання образів та аналізу зображень зондувального об'єкта (В. В. Кошовий, Б. О. Попов, О. М. Свенсон, Р. А. Воробель). Розроблено принципово нові засоби неруйнівного контролю, що використовують електромагнетне поле: низькочастотне – для діагностики стану протикорозійного захисту підземних трубопроводів (Р. М. Джала), а також для багатофункціонального застосування (дефектоскопія, товщинометрія, структуроскопія) вихрострумового контролю металевих виробів (Л. Я. Мізюк, В. М. Зибов). На базі надвисокочастотного зондувального поля (міліметровий діапазон) створено пристрої для діагностики шаруватих діелектриків (О. Б. Ляшук). Для ефективної обробки інформації розроблено гібридні (електронно-оптичний та цифровий) методи обробки (Р. С. Бачевський, Л. І. Муравський). Найцій основі створені ефективні технології та спецпроцесори для розпізнавання і аналізу складноструктурованих зображень (Б. П. Русин).

Розвиток досліджень упродовж 1990–2010 років. Першу половину 90-х років можна охарактеризувати як період узагальнення результатів, напрацьованих раніше. Тут виділимо монографію В. В. Панасюка “Механіка квазікрихкого руйнування матеріалів”, де узагальнено результати досліджень з теорії тріщини в деформованих пружно-пластичних тілах, сформульовано критерії руйнування та описано нові моделі для розв’язання проблем міцності і довговічності елементів конструкції. У цей період З. Т. Назарчук розробив новий математичний апарат для розв’язування задач математичної фізики з теорії дифракції радіохвиль, що є важливою теоретичною базою неруйнівного контролю, і опублікував книгу “Сингулярні інтегральні рівняння в теорії дифракції”.

Нові методи для оцінки експлуатаційної надійності інженерних конструкцій з позицій механіки руйнування опрацювали О. Є. Андрейків і О. І. Дарчук. Ці підходи базуються на ефективних наближеннях опису напруженого стану в тілах із тріщинами. Сформульовано нову модель утворення втомної макротріщини (О. П. Осташ) біля концентратора напружень, що розкрило нові можливості використання концепцій механіки руйнування для оцінювання довговічності елементів конструкцій. На основі теоретичних і експериментальних результатів та їхнього аналізу підготовано ряд технічних рекомендацій щодо запобігання корозійного руйнування трубопроводів енергетичних установок (В. І. Похмурський, Р. К. Мелехов, Г. М. Круцан).

Перша половина 90-х років закінчилася визначною подією в житті Інституту. У 1995 р. групу науковців ФМІ (В. В. Панасюк, О. Є. Андрейків, О. М. Романів, М. П. Саврук, З. Т. Назарчук, С. Є. Ковчик, Г. М. Никифорчин, О. П. Дацишин) відзначено Державною премією України в галузі науки і техніки за цикл праць (12 монографій) “Фізико-хімічна механіка руйнування матеріалів і цілісність конструкцій”.

У другій половині 90-х років минулого століття багато уваги приділено водневій деградації металів. Створено експрес-метод її оцінки при високих температурах під час термоцикування у водні (Г. М. Никифорчин, О. З. Студент); запропоновано методи для прогнозування характеру росту тріщини в конструкційних матеріалах у водні (О. Є. Андрейків, О. В. Гембара та ін.); узагальнено результати досліджень експлуатаційної надійності різних класів сталей у водневих середовищах (В. І. Ткачов та ін.), а також теоретичні й експериментальні дані про вплив водню на дифузійні процеси у металах (В. І. Похмурський, В. В. Федоров).

У 1999 р. опубліковано монографію І. М. Дмитраха і В. В. Панасюка “Вплив корозійних середовищ на локальне руйнування металів біля концентраторів напружень”. Ця книга висвітлює нові концепції локального (біля вирізів) руйнування конструкційних металів і сплавів за умов дії рідких корозивних середовищ і тривалого статичного чи циклічного навантажень.

На початку 21-го століття отримано важливі фундаментальні результати з проблем міцності трибоз’єднань (О. П. Дацишин та ін.). Розроблено новий ефективний метод розв’язування динамічних задач математичної теорії пружних тіл з гострими концентраторами напружень (М. П. Саврук), а також методи розв’язування задач про концентрацію напружень біля гострих і заокруглених у вершині надрізів (М. П. Саврук, В. С. Кравець та ін.).

Упродовж 1991–2010 рр. в Інституті захищено 41 дисертацію на ступінь доктора і понад 150 – кандидата наук. Значна частина цих кваліфікованих спеціалістів працює в Інституті, що створює добру перспективу розвитку цього наукового напрямку.

Міжнародна співпраця та інтеграція у світову наукову спільноту. Упродовж 60–70-х років було налагоджено співпрацю з ученими з Центральної та Східної Європи: Польща, Угорщина, Німецька Демократична Республіка, Чехословач-

чина, Болгарія. Деякі відомі вчені з західних країн відвідували Інститут (Л. Ф. Коффі, Дж. Д. Морроу, Дж. Лендіс, Р. Пелу, Р. Н. Паркінс, Дж. Пльовінаж, Р. Д. Вествуд та ін.). У 1980 р. Інститут став одним із співorganizatorів у Львові радянсько-англійського семінару з проблем корозійної втоми металів (від Радянського Союзу керівником семінару був академік А. А. Колотиркін). На ньому обговорювали актуальні питання з цієї проблеми з закордонними спеціалістами. Інститут став активним партнером для міжнародної співпраці у цій галузі науки.

Починаючи з другої половини 80-х років, міжнародні наукові контакти Інституту інтенсивно розвиваються. Завдяки зусиллям В. В. Панасюка та інших учених засноване Українське товариство з механіки руйнування матеріалів (1992 р.), що сприяло інтеграції Інституту у міжнародну наукову спільноту. У цьому ж році (значною мірою завдяки науковцям ФМІ) Україна стала членом Європейського товариства з цілісності конструкцій (ESIS), а з 1993 р. – Міжнародного конгресу з руйнування (ICF).

Інститут отримав міжнародне визнання і став організатором 8-ої Міжнародної конференції з механіки руйнування (ICP-8, Київ, 1993) – найвищого форуму науковців у галузі механіки руйнування та міцності матеріалів. Це розкрило великі можливості для встановлення двосторонніх контактів з відповідними дослідницькими науковими центрами й університетами за кордоном.

Сьогодні Інститут активно співпрацює з ученими Австрії, Великобританії, Греції, Італії, Німеччини, Нідерландів, Норвегії, Польщі, Росії, США, Угорщини, Франції, Швейцарії, Японії.

З 1992 р. вчені Інституту – постійні учасники Європейських конференцій з руйнування (1992 р. – Варна, Болгарія; 1994 р. – Берлін, Німеччина; 1996 р. – Пуатьє-Футуроскоп, Франція; 1998 р. – Шеффілд, Велика Британія; 2000 р. – Сан-Себастьян, Іспанія; 2002 р. – Краків, Польща; 2004 р. – Стокгольм, Швеція; 2006 р. – Александрополіс, Греція; 2008 р. – Брно, Чеська Республіка; 2010 р. – Дрезден, Німеччина) та інших міжнародних наукових зустрічей. Результати і підходи, розроблені в Інституті, висвітлені в численних публікаціях в авторитетних міжнародних журналах.

За останні десять років Інститут організував більше 20 конференцій, симпозіумів і зустрічей, включаючи міжнародні. Як найбільш представницькі тут, зокрема, необхідно згадати Шосту міжнародну конференцію з математичних методів в електромагнетній теорії, Другу, Третю та Четверту міжнародні конференції з механіки руйнування і міцності конструкцій. Починаючи з 1992 р., кожні два роки Інститут разом з Українською асоціацією корозіоністів проводить міжнародні виставки-конференції “Проблеми корозії і захист матеріалів від корозії”. Кращі наукові доповіді опубліковано у восьми спецвипусках журналу “Фізико-хімічна механіка матеріалів”.

Науковці Інституту (В. В. Панасюк, О. Є. Андрейків, Г. М. Никифорчин) разом із польськими вченими В. Каспшаком, М. Шатою, І. Калетою (Технічний університет у Вроцлаві) проводять Міжнародну літню школу з механіки руйнування матеріалів. Починаючи з 1995 р., вона відбувається щорічно: Вроцлав, Польща (1995–1997, 2002, 2007); Львів, Україна (1998, 2004, 2009.); Злате Гори, Чехія (1999); Дрезден, Німеччина (2000); Ополе, Польща (2001); Закопане, Польща (2005).

Все це у сукупності сформувало високий міжнародний імідж ФМІ як авторитетної наукової установи в галузі фізико-хімічної механіки руйнування і міцності матеріалів (див. збірник **Фізико-механічний інститут (До 60-річчя з часу заснування)** / Під ред. В. В. Панасюка. – Львів: Сполом, 2011. – 324 с.).

Редколегія журналу