

# НАУКОВІ НАПРЯМИ

## ТРОЩЕНКО

**Валерій Трохимович** – академік НАН України, почесний директор Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України

## МАТВЄЄВ

**Валентин Володимирович** – академік НАН України, головний науковий співробітник Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України

## ХАРЧЕНКО

**Валерій Володимирович** – член-кореспондент НАН України, директор Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України

## ЗІНЬКОВСЬКИЙ

**Анатолій Павлович** – доктор технічних наук, професор, заступник директора Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України

## ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ МІЦНОСТІ МАТЕРІАЛІВ І КОНСТРУКЦІЙ – ЗАПОРУКА СТВОРЕННЯ ВИСОКОНАДІЙНОЇ ТЕХНІКИ

### До 50-річчя заснування Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України

*У статті окреслено головні віхи історії Інституту проблем міцності ім. Г.С. Писаренка, формування в установі наукових шкіл. Розглянуто основні напрями діяльності Інституту, найвагоміші наукові здобутки і практичну значущість отриманих результатів.*

Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України функціонує з 1 жовтня 1966 р. згідно з рішенням Президії АН УРСР на підставі Постанови Ради Міністрів УРСР від 30 липня 1966 р. про створення на базі сектору міцності Інституту проблем матеріалознавства АН УРСР нової наукової установи – Інституту проблем міцності. Ініціатором заснування Інституту був видатний учений в галузі механіки деформівного твердого тіла та міцності матеріалів і конструкцій академік АН УРСР Георгій Степанович Писаренко. Його пропозицію підтримали президент АН УРСР академік Б.Є. Патон і президент АН СРСР академік М.В. Келдиш. Новостворену установу було підпорядковано Відділенню математики, механіки та кібернетики АН УРСР, а з 1983 р. – Відділенню механіки.

Створенню Інституту передували об'єктивні тенденції розвитку науки і техніки. В 50-х роках минулого століття в системі Академії наук України значного розвитку набули дослідження в галузі порошкової металургії, які були зосереджені переважно в лабораторії порошкової металургії і спеціальних сплавів Інституту чорної металургії АН УРСР. У ті часи цей Інститут розміщувався в Києві.

У цей період методи порошкової металургії почали застосовувати для виготовлення конструктивних елементів машин, призначених для експлуатації в умовах високих температур, що й зумовило нагальну потребу в усебічному вивченні механічних характеристик створених за такою технологією матеріалів та міцності виготовлених з них деталей машин.

Для розв'язання задач статичної і динамічної міцності матеріалів та елементів конструкцій, виготовлених методами порошкової металургії, Іван Микитович Францевич, який тоді очолював лабораторію порошкової металургії і спеціальних сплавів, запросив Г.С. Писаренка (пізніше І.М. Францевич став академіком АН УРСР, директором Інституту металокераміки і спеціальних сплавів, тепер це Інститут проблем матеріалознавства ім. І.М. Францевича). Наукова тематика в колективі, який під керівництвом Г.С. Писаренка спочатку був реорганізований у сектор міцності Інституту проблем матеріалознавства, а в подальшому став основою для створення Інституту проблем міцності, була зосереджена на вирішенні таких актуальних науково-технічних завдань, як:

- міцність керамічних матеріалів за різних видів навантаження в умовах впливу високих (до 3300 К) температур;
- міцність і твердість тугоплавких матеріалів у вакуумі за температур до 2300 К;
- циклічна міцність і дисипативні властивості матеріалів, що використовуються в турбомашинобудуванні;
- міцність теплозахисних матеріалів, які застосовуються в космічній техніці.

Вибір зазначених напрямів досліджень був зумовлений необхідністю вирішення конкретних питань міцності, що виникали при створенні таких об'єктів техніки, як атомні енергетичні установки, нові типи літальних апаратів, парові та газові турбіни, спецтехніка та ін., з урахуванням впливу високих і низьких температур, радіаційних полів, вакууму, корозії, нестационарних, у тому числі циклічних, тривалих статичних, теплових і силових навантажень тощо. Перед Інститутом проблем міцності було поставлено завдання — провести теоретичні й експериментальні дослідження, спрямовані на встановлення критеріїв міцності і несучої здатності матеріалів та елементів конструкцій, а також підвищення їх міцності для новітніх галузей техніки з урахуванням конструктивно-технологічних факторів, виду напруженого стану і реальних режимів силового та теплового навантаження в широкому діапазоні температур.



Президент АН СРСР академік М.В. Келдиш і президент АН УРСР академік Б.Є. Патон — гості Інституту проблем міцності. 1969 р.

Академік НАН України Г.С. Писаренко очолював Інститут з 1966 по 1988 р. Враховуючи його значний внесок у розвиток механіки деформівного твердого тіла і питань міцності матеріалів та конструкцій, а також у розбудову української науки, постановою Президії НАН України від 23 жовтня 2002 р. Інституту проблем міцності НАН України було присвоєно ім'я Георгія Степановича Писаренка.

У 1988—2012 рр. керівником Інституту був академік НАН України В.Т. Трощенко, який нині є його почесним директором. Сьогодні Інститут очолює член-кореспондент НАН України В.В. Харченко.

За роки існування Інституту в ньому сформувалася наукова школа з вивчення міцності матеріалів та конструкцій в екстремальних умовах, фундатором якої був Георгій Степанович Писаренко. З часом на її основі утворилися нові наукові школи, а саме:

- з вивчення розсіювання енергії при коливаннях механічних систем, яку започаткував Г.С. Писаренко, але згодом вона перетворилася на школу теорії коливань неконсервативних механічних систем, яку очолює академік НАН України В.В. Матвеев;
- з втоми металів та розроблення критеріїв руйнування і статистичних теорій міцності мате-



Засновник Інституту проблем міцності академік НАН України Г.С. Писаренко (1910–2001)

ріалів при циклічному навантаженні, керівником якої є академік НАН України В.Т. Трошенко;

- з визначення критеріїв міцності та вивчення закономірностей деформування і руйнування матеріалів та конструкцій при складному напружено-деформованому стані, яку створив академік НАН України А.О. Лебедєв.

Загальна концепція діяльності Інституту на сьогодні полягає в розвитку фундаментальних і прикладних досліджень у галузі експериментальної механіки деформівного твердого тіла і міцності матеріалів та елементів конструкцій за такими науковими напрямками:

- граничний стан і критерії міцності матеріалів та конструкцій;
- розрахункові й експериментальні методи дослідження напружено-деформованого стану;
- механіка руйнування і живучість конструкцій;
- коливання неконсервативних механічних систем.

Розвиток цих наукових напрямів зумовлений необхідністю вирішення актуальних науково-технічних завдань з визначення граничного стану і критеріїв міцності елементів конструкцій енергетичного і транспортного машинобудування, авіаційної і ракетно-космічної техніки, теплової і атомної енергетики, що експлуатуються в екстремальних умовах; ціліс-

ності і живучості конструкцій з тріщиноподібними дефектами при статичному і циклічному термомеханічному навантаженні; вібраційної надійності механічних систем, а також розроблення методів розрахунку і дослідження напружено-деформованого стану елементів конструкцій з урахуванням впливу технологічних, експлуатаційних та інших факторів, що супроводжують їх експлуатацію, дослідження методами неруйнівного контролю технічного стану конструкцій і розроблення розрахункових та інструментальних методів визначення їх залишкового ресурсу на стадіях розвитку розсіяного і локалізованого пошкодження.

Для вирішення цих завдань в Інституті функціонують такі наукові відділи:

- механіки конструкційних матеріалів;
- міцності матеріалів і елементів конструкцій при криогенних температурах;
- повзучості і тривалої міцності;
- фізичних основ міцності і руйнування;
- міцності елементів конструкцій з функціональними покриттями;
- коливань і вібраційної надійності;
- високочастотних методів дослідження міцності і дефектності матеріалів;
- чисельних і експериментальних методів дослідження конструкційної міцності;
- втоми і термовтоми матеріалів;
- міцності конструкцій з крихких матеріалів.

В Інституті функціонують також наукові лабораторії:

- зміцнення поверхні елементів конструкцій;
- міцності і руйнування за умов ударного та імпульсного навантаження.

В установі працює 136 наукових співробітників, серед яких 30 докторів наук (з них — 2 академіки та 3 члени-кореспонденти НАН України) і 57 кандидатів наук.

Характерною особливістю діяльності Інституту є органічне поєднання теоретичних і експериментальних досліджень, що дозволяє на високому науковому рівні вирішувати фундаментальні проблеми міцності матеріалів та елементів конструкцій і доводити результати наукових досліджень до практичного використання. Незважаючи на наявність в Україні на-



Учасники координаційної наради з питань підвищення міцності та надійності авіаційних двигунів на ЗВО «Моторобудівник». 1982 р. Перший ряд: четвертий зліва — академік НАН України В.Т. Трощенко, далі — Генеральний конструктор академік НАН України В.О. Лотарев, генеральний директор підприємства д.т.н. В.І. Омельченко, академік НАН України Г.С. Писаренко, четвертий справа — академік НАН України В.В. Матвеев

укових організацій, які розв'язують окремі завдання фундаментального і прикладного характеру із зазначених наукових напрямів, Інститут залишається єдиною в країні спеціалізованою науковою установою, в якій комплексно вивчаються питання міцності і довговічності існуючих та створюваних матеріалів і конструктивних елементів з урахуванням факторів, характерних для реальних умов їх експлуатації, особливо за умов екстремальних термосилових навантажень. Крім того, Інститут координує вирішення цих питань в Україні, оскільки є базовою організацією Наукової ради з проблеми «Механіка деформівного твердого тіла» при Відділенні механіки НАН України.

Інститут постійно розробляє нові методи експериментальних досліджень і створює випробувальні установки та стенди для їх реалізації в дослідженні процесів деформування, пошкодження і руйнування металевих і неметалевих конструкційних матеріалів, що використовую-

ються у газотурбобудуванні, атомній енергетиці, авіа- і суднобудуванні, ракетно-космічній техніці, при будівництві магістральних нафто- і газопроводів, автомобілебудуванні, сільськогосподарському машинобудуванні, будівництві.

На сьогодні парк випробувальних установок і стендів Інституту налічує понад 150 одиниць. Серед них серійні випробувальні машини та обладнання промислового виробництва, які експлуатуються в їх оригінальному стані; та ті, які було суттєво вдосконалено й дооснащено додатковим устаткуванням (термокамерами, випробувальною оснасткою, перетворювачами різних фізичних величин, системами вимірювання та управління) для проведення відповідних досліджень; оригінальні випробувальні стенди, розроблені і виготовлені в Інституті машини та обладнання, які, як правило, не мають аналогів в Україні. Обладнання, розроблене або модернізоване в Інституті, захищено 675 авторськими свідоцтвами і патентами.

Створення і вдосконалення випробувального обладнання стало можливим завдяки наявності при Інституті СКТБ. Зразки розробленої техніки експлуатуються не лише в Інституті, а й у провідних науково-дослідних центрах України, Росії, Болгарії, Угорщини, Китаю. Найбільш оригінальне й унікальне обладнання з розробленого в Інституті належить до наукових об'єктів, що становлять національне надбання. Це газодинамічний високотемпературний стенд, пневмогідралічний кріогенний стенд, стенди для ударного і імпульсного навантаження. Не менш унікальним є й інше випробувальне обладнання, наприклад, стенд для визначення нестационарних аеродинамічних характеристик і динамічної стійкості систем тіл, що коливаються в потоці.

Надзвичайно важливою для Інституту проблемою є збереження унікального випробувального обладнання. Її вирішення ускладнене нестачею коштів для підтримки його в робочому стані. Особливо актуальними є питання забезпечення автоматизації проведення випробувань та оснащення сучасними приладами.

Останнім часом проведено оснащення експериментальної бази Інституту сучасним випробувальним обладнанням, а саме: сервогідралічними машинами Instron 8802 (Велика Британія) та Biss-10 (Індія), резонансною машиною Rumul Testronic 50kN (Швейцарія). Це дало можливість проводити випробування з визначення механічних властивостей матеріалів у широкому діапазоні умов навантаження й температур з дотриманням вітчизняних та міжнародних стандартів.

Основні результати діяльності Інституту за 1966–2006 рр. узагальнено в монографії «Прочність матеріалів і конструкцій» (Академія наук України, 2006), а серед найвизначніших досягнень Інституту за останній час можна навести такі:

- розроблення чисельно-аналітичної методики розрахунку нестационарного напружено-деформованого стану та міцності багатопарових спіральних ортотропних товстостінних порожнистих циліндрів кінцевої довжини під дією неосесиметричного імпульсного навантаження;

- створення нелінійної математичної моделі процесу низькотемпературної стрибкоподібної деформації металів, яка дозволяє адекватно описувати нестабільне деформування металевих матеріалів за кріогенних (до 4,2 К) температур та визначати температурно-силовий режим безпечної експлуатації відповідальних елементів конструкцій в умовах глибокого охолодження;

- розроблення наближених аналітичних та чисельних методів визначення вібродіагностичних параметрів наявності дихаючої тріщини в томи в стрижневих елементах та їх системах і встановлення закономірностей їх коливань з урахуванням параметрів збудження і характеристик розсіювання енергії;

- створення методики визначення розмірів тріщин в томи і числа циклів до руйнування, що відповідає переходу від розсіяного до локалізованого втомного пошкодження для широкого класу металів і сплавів;

- розроблення технології поверхневого зміцнення деталей машин та інструменту методом форсованого термоциклічного азотування, яка дозволяє значно підвищити довговічність вузлів та механізмів, скоротити тривалість обробки деталей втричі та приводить до зниження енергоємності процесу поверхневої обробки в 10 разів;

- створення ефективного апарату чисельних досліджень напружено-деформованого стану на основі нових і удосконалених змішаних схем методу скінченних елементів для вирішення важливих практичних задач сучасної техніки та загальної методології розрахункового аналізу опору руйнуванню корпусів реакторів та елементів обладнання і контуру енергоблоків АЕС з урахуванням дефектності, історії пружно-пластичного деформування та технологічної спадковості за умов нестационарних режимів термосилового навантаження;

- з метою збереження військових і цивільних об'єктів, техніки та особового складу запропоновано конструктивні рішення щодо створення прозорих склоелементів, оптимізованих за рівнем стійкості при балістичному ураженні, які дозволяють створювати модульні системи з підвищеною надійністю.

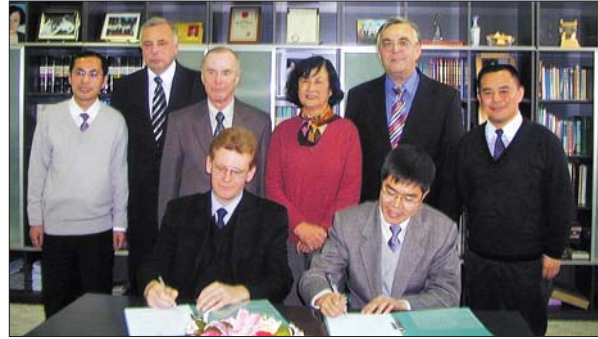
Можливості та результати діяльності Інституту достатньо добре відомі і широко використовуються за межами академічних кіл, переважно у виробничій та освітянській сферах. Їх практична значущість підтверджена багаторічною плідною співпрацею з такими високотехнологічними підприємствами, як КБ «Південне» ім. М.К. Янгеля, «Антонов», ЗМКБ «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка, НВК «Зоря-Машпроект», НАЕК «Енергоатом», АТ «Мотор Січ» та багатьма іншими. В останні роки Інститут активізував роботу над вирішенням проблемних питань, пов'язаних із забезпеченням обороноздатності і національної безпеки країни.

Інститут приділяє велику увагу підготовці інженерних та наукових кадрів. Про це свідчать угоди про співробітництво з провідними вищими навчальними закладами України, активна участь науковців Інституту у підготовці інженерів за спеціальністю «Динаміка та міцність машин» у НТУУ «КПІ», створення в Інституті трьох філій кафедр НТУУ «КПІ» та Національного авіаційного університету, організація для студентів технічних спеціальностей лекцій з профільних дисциплін, виконання лабораторних робіт на сучасній експериментальній базі Інституту, проведення виробничої та переддипломної практики, виконання дипломних робіт.

В Інституті постійно діють аспірантура, докторантура, спеціалізована вчена рада для розгляду та проведення захисту дисертацій на здобуття вченого ступеня доктора (кандидата) наук за спеціальностями «механіка деформівного твердого тіла», а також «динаміка і міцність машин».

Інститут має високий авторитет як в європейському, так і у світовому науковому співтоваристві. Реалізуються спільні наукові проекти, фахівці Інституту беруть участь у роботі міжнародних конференцій, провідні співробітники залучаються до роботи у складі міжнародних експертних комісій і рад, редакцій міжнародних журналів.

Починаючи з 1969 р. Інститут видає міжнародний науково-технічний журнал «*Проблеми прочності*», що перевидається в США англійською мовою як *Strength of Materials*.



Підписання договору про співробітництво між Інститутом проблем міцності та Інститутом дослідження металів АН КНР. 2005 р.

Велику увагу Інститут приділяє проведенню вітчизняних та міжнародних наукових форумів з різних аспектів міцності матеріалів і елементів конструкцій. Так, з 2000 р. періодично проводяться міжнародні науково-технічні конференції «Міцність матеріалів та конструкцій», «Конструктивна міцність матеріалів і ресурс обладнання АЕС», «Проблеми динаміки та міцності в турбомашинобудуванні», що сприяє координації співпраці наукових колективів та зацікавлених підприємств і організацій у вирішенні актуальних проблем науки і техніки.

За час, що минув від дня організації Інституту, його співробітники опублікували понад 9000 статей і 110 монографій, захищено майже 70 докторських і 400 кандидатських дисертацій.

Серед відзнак працівників Інституту за наукові досягнення — 11 державних премій в галузі науки і техніки, 13 премій імені видатних учених НАН України, 4 премії для молодих учених, серед яких дві премії Президента України, премії Верховної Ради України та НАН України.

Викладене свідчить, що Інститут проблем міцності ім. Г.С. Писаренка НАН України має незаперечні наукові досягнення в галузі міцності матеріалів і конструкцій, які широко відомі і використовуються не лише в Україні, а й за її межами. Зустрічаючи свій півстолітній ювілей, колектив Інституту чітко усвідомлює важливі завдання на майбутнє з розвитку вітчизняної науки і техніки та робитиме все, щоб ця сфера відповідала світовому рівню.