



ТЕХНІЧНА МЕХАНІКА — сукупність розділів **механіки**, таких як механіка матеріальної точки і системи матеріальних точок, механіка твердого тіла, механіка суцільного середовища (гідрогазодинаміка, аеромеханіка, теорія пружності та пластичності, механіка сипких середовищ). Окрім розділів класичної механіки (науки про зміну з часом взаємного положення тіл або їх частин у просторі та про механічну взаємодію між ними) Т. м. охоплює розділи термодинаміки багатофазних середовищ та фізико-хімічних процесів у твердих, рідких і газоподібних середовищах, хімічної кінетики та фазових переходів. Результати та методи Т. м. застосовують під час проектування та відпрацювання об'єктів ракетно-космічної та авіаційної техніки (див. також **Авіаційно-космічна промисловість**) та їхніх систем, енергетичних установок, технологічних процесів, транспортних засобів, машин і механізмів тощо.

Становлення та розвиток

Становлення Т. м. як самостійного наукового напрямку зумовлено технічним прогресом у 2-й половині 20 ст., зокрема появою та розвитком ракетно-космічної техніки, авіації, наземного транспорту, складних енергетичних об'єктів. У таких системах унаслідок складності їхньої структури, взаємозв'язку великої кількості агрегатів і сполучних елементів інтенсифікують процеси, що можуть викликати аварійні режими роботи. Під час проектування та аналізу надійності цих систем необхідно вирішувати комплексні завдання, враховуючи одночасно процеси різної природи: гідрогазодинамічні, горіння, тепломасообмін, вібрацію тощо. Так, проблема взаємодії пружного корпусу ракети з рідинною ракетною двигунною установкою в неусталених режимах роботи потребує дослідження взаємодії поздовжніх коливань корпусу з кавітаційними автоколиваннями в системі живлення двигунної установки. Вивчаючи аеродинаміку літальних апаратів потрібно розв'язувати газодинамічні задачі з урахуванням термохімічного руйнування поверхні, фізико-хімічних перетворень у газі, неодноразності середовища. Проектування паливних баків та систем подачі робочого тіла в ракетному об'єкті варто виконувати з урахуванням впливу коливання рідини на теплообмін, гідравліку тощо. Таким чином, проблеми ракетно-космічної техніки, авіації, турбо- та двигунобудування зумовили появу низки задач на стику механіки з іншими галузями наук. Під час їхнього розв'язання виникла необхідність одночасного використання методів та рівнянь як Т. м., так і *термодинаміки, молекулярної фізики, хімії* та ін. В останні роки до них

додалися інформаційні методи, а також використання *штучного інтелекту*. Розроблення методологічних основ та способів вирішення задач такого типу і складає зміст Т. м.

В Україні Т. м. як окрема галузь науки сформувалася під впливом та безпосереднім керівництвом розробників нової ракетно-космічної та авіаційної техніки академіків **М. Янгеля** і **О. Антонова** за суттєвого сприяння наукових шкіл із механіки, заснованих академіками **О. Динником**, **В. Лазаряном** та **Г. Савіним**.

Основні напрями досліджень

- динаміка та стійкість гідромеханічних систем;
- просторово в'язкі течії в турбомашинах;
- технічне використання ефективної гідродинамічної кавітації (кавітаційних коливань);
- взаємодія тіл (зокрема об'єктів ракетно-космічної техніки) із плазмою, електромагнітними полями й випромінюванням у космічному просторі;
- електрореактивні двигуни та їхня сумісність із системами космічних апаратів;
- термогазодинаміка реактивних двигунів, енергетичних установок та технологічного обладнання теплостанцій і металургійного виробництва;
- аеротермогазодинаміка літальних апаратів, ракет-носіїв, спускних космічних апаратів (з урахуванням надзвукових течій, впливу в'язкості, термохімічного руйнування поверхні, фізико-хімічних перетворень у газі, неодноразності середовища);
- дослідження аерогазодинамічних, тепломасообмінних і фотометричних характеристик орбітальних космічних апаратів;
- динаміка систем із двофазними середовищами;
- розроблення принципово нових віброзахисних систем із квазінульовою жорсткістю;
- коливання і стійкість руху суттєво нелінійних неконсервативних механічних систем та хвильові процеси (теорія й експеримент);
- несуча здатність, динаміка та міцність в екстремальних умовах експлуатації тонкостінних конструкцій (зокрема ракетно-космічної техніки) з пружно-в'язко-пластичними властивостями;
- технологія виготовлення та міцність конструкцій антенної техніки і геліоенергетики;
- втома й руйнування твердих тіл;
- експериментальна механіка деформованих твердих тіл при складному напруженому стані (рівняння стану і критерії міцності);

- надійність та довговічність складних технічних систем, моделі накопичення пошкоджень, технічна діагностика стану елементів конструкцій на основі використання фізичних явищ у матеріалах;
- розроблення методів розв'язання завдань динаміки та керування дискретно-безперервними системами, зокрема системами космічних літальних апаратів;
- випадкові коливання механічних систем, ідентифікація та оптимізація їх параметрів, віброзахист конструкцій, прогнозування вібронавантаженості та динамічної міцності рухомих об'єктів, зокрема транспортних засобів і виробів ракетно-космічної техніки;
- динаміка керованого руху космічних апаратів, багато-елементних механічних систем, що функціонують у різних середовищах, і систем змінної конфігурації;
- створення медичних та інформаційних систем.

Практичні результати

Шляхом використання методів та засобів Т. м. отримано низку важливих результатів, застосованих на практиці, зокрема розроблено нові високоамплітудні кавітаційні генератори коливань тиску рідини у звуковому діапазоні частот, за допомогою яких вдалося суттєво інтенсифікувати процеси диспергування, теплообміну, буріння, розкальматзації свердловин тощо.

На основі результатів досліджень суперкавітації у закручених потоках рідини запропоновано та розроблено новий клас демпфувальних пристроїв, ефективніших ніж газорідні демпфери. Виконано теоретичні й експериментальні дослідження динаміки нерівноважних термодинамічних процесів випаровування рідини та конденсації пари у двофазних парорідних потоках, що дозволило зробити висновок про доцільність використання динамічних властивостей двофазних парорідних середовищ для розроблення та створення принципово нових вискоефективних засобів віброзахисту в різних технічних об'єктах і системах. Розроблено й експериментально підтверджено теорію низькочастотних автоколивань тиску і витрат у системах живлення рідинних ракетних двигунів установок, зумовлених кавітаційними явищами у насосах. Запропоновано математичну модель жорстких режимів збудження кавітаційних автоколивань у системі живлення рідинних ракетних двигунів та математичну модель динаміки насосів таких двигунів, що доповнює гідродинамічну модель за рахунок можливості моделювання режимів запирання. Створено теорію динамічної (поздовжньої) стійкості ракет-носіїв на рідкому паливі (зокрема ракет із пакетною схемою компонування ступенів) як багатоконтурних систем, що можуть містити нестійкі підсистеми, і розроблено основи нелінійної теорії поздовжніх коливань.

Вирішено низку задач із теоретичного дослідження перехідних процесів під час запуску багатодвигунної

рідинної ракетної двигунної установки, що складається з декількох двигунів із допалюванням окислювального генераторного газу. Запропоновано теорію та методи розрахунку взаємодії високоентальпійних газових потоків з обтічними поверхнями і джерелами маси та тепла. Створено наукові основи проектування і відпрацювання систем керування газовими потоками у соплах ракетних двигунів, а також у різних агрегатах технологічного обладнання, зокрема металургійного виробництва, теплових енергоустановок тощо.

Розроблено методи та засоби числового й експериментального моделювання процесів аерогазодинаміки та теплообміну літальних апаратів на різних ділянках польоту в атмосфері Землі, що дозволило виконати комплекс завдань, пов'язаних із вивченням газодинамічних процесів у наближеннях нев'язкого газу, примежового шару, в'язкої взаємодії, тонкого та повного в'язкого ударного шару, а також завдань розрахунку відривних та струминних течій, обтікання тіл запиленням газом з урахуванням термохімічного руйнування поверхні.

Створено методологічні основи для проведення комплексних досліджень аеродинамічних характеристик та процесів масопереносу поблизу космічних літальних апаратів, що рухаються у верхніх шарах атмосфери Землі та планет; вакуумні аеродинамічні прилади, що дозволяють моделювати умови польоту літальних апаратів на висотах понад 150 км над поверхнею Землі. Розроблено теорію моделювання та імітації умов польоту, режимів руху, взаємодії космічних апаратів та їхніх систем із навколооб'єктним і космічним середовищем, функціонування та експлуатації на орбіті в частині електроплазмодинаміки, магнітоаеродинаміки й теплообміну, високовольтної диференційної електризації, дифракції та розсіювання електромагнітного випромінювання радіолокаційного діапазону на неоднорідностях поверхні тіл обертання. Запропоновано новий напрям проектування літальних апаратів, заснований на комплексних дослідженнях їх параметрів з урахуванням умов застосування та вірогідності факторів.

Створено ефективні методи дослідження випадкових коливань складних механічних систем, запропоновано способи ідентифікації та оптимізації їхніх параметрів; розроблено математичні моделі й методи вирішення завдань статистичної динаміки рейкових транспортних засобів. Використання цих методів дозволило вирішити низку важливих завдань щодо вибору основних параметрів проєктованих універсальних і спеціалізованих рейкових екіпажів, раціональних з точки зору забезпечення динамічних якостей та безпеки руху, збереження та віброзахисту вантажу, збільшення ресурсу ходових частин і рейок.

Розроблено методи розрахунку пружних систем змінної структури, що враховують усі фази руху, на основі дискретних та скінченно-елементних розрахункових

схем із різними рівнями дискретизації на етапах дослідження руху, навантаження та напружено-деформованого стану; методи вирішення задач без-контактного уводу фрагментів космічного сміття з робочих орбіт. Створено оригінальні математичні моделі нелінійної механіки, за допомогою яких досліджено питання динаміки, стійкості та керування великих космічних систем, зокрема тих, що розгортаються; теорію нелінійної взаємодії деформованих тіл із рідиною та методи дослідження розповсюдження хвиль різної фізико-механічної природи в обмежених середовищах з урахуванням нелінійних факторів.

Вирішено складні завдання дослідження деформування та несучої здатності (з урахуванням пластичності і повзучості) ракетно-космічної та авіаційної техніки, об'єктів енергетичного і транспортного машинобудування, що працюють в умовах інтенсивних впливів різної фізичної природи. Досліджено механізми деформування та руйнування матеріалів в умовах глибокого (до 4,2 К) охолодження при статичному, динамічному та циклічному навантаженнях, створено моделі впливу фізичних полів (електричних, магнітних, теплових) на міцність; розвинуто теорію пластичності для умов складного циклічного навантаження. Вивчено кінетику та механізми термостомленого пошкодження і руйнування широкого класу матеріалів в умовах комплексної циклічної дії високих температур, механічних навантажень та агресивних швидкісних газових середовищ.

Створено термодинамічні основи міцності матеріалів в екстремальних умовах при одночасній циклічній дії теплової, механічної та хімічної енергій, що переходять з одного виду в інший; розроблено екстремалі теплосилового навантаження з метою подовження ресурсу елементів теплових машин. Розроблено методи розрахунку та підтвердження показників безвідмовності й довговічності систем, зокрема ракетно-космічної техніки, без передбачення про вид розподілення і тип випадкових процесів. Ці методи дозволяють досліджувати залежність типу «маса—надійність» і проводити оптимізацію норм надійності за різними критеріями ефективності.

На базі Т. м. розроблено нові технології, апаратуру, пристрої, зокрема:

- технологію кавітаційної імпульсної гідроабразивної обробки металевих поверхонь;
- датчики вимірювання миттєвих значень витрат рідини, що призначені для вимірювання швидкозмінюваних витрат малов'язких рідин у трубопроводах;
- технологію буріння свердловин та приладів для його здійснення;
- технології отримання жаростійких покриттів на теплонапружених поверхнях рідинного ракетного

двигуна середньої та малої тяги й підвищення стійкості конструкційних матеріалів в умовах імпульсного навантаження факторами різної фізичної природи;

- технологію гальванопластичного формування особливо тонкостінних елементів дзеркальних антен та ін. приладів, що застосовуються в антенно-хвильовій НВЧ-техніці;
- унікальне устаткування для механічних випробувань матеріалів різних класів при складному напруженому стані в діапазоні температур 50—1600 К;
- випробувальні пристрої та прилади, автоматизовані і споряджені системами керування процесом випробувань, охолодження чи нагріву, тензо- й термометрії, що дозволяє реалізовувати складні програми навантаження при низьких (до 50 К) та високих (до 1600 К) температурах.

Варто виокремити створений в Інституті технічної механіки НАНУ і ДКАУ (Дніпро) плазмо-електродинамічний стенд з унікальними характеристиками, що дозволяє моделювати та імітувати умови взаємодії космічних апаратів із довкіллям на геостационарних, високоеліптичних та геополярих орбітах (висота 150—40 000 км).

Рекомендована література

1. Ушкалов В. Ф., Резников Л. М., Редько С. Ф. Статистическая динамика рельсовых экипажей. К., 1982;
2. Лазарян В. А. Динамика транспортных средств. К., 1985;
3. Тимошенко В. И. Сверхзвуковые течения вязкого газа. К., 1987;
4. Гудрамович В. С. Устойчивость упругопластических оболочек. К., 1988;
5. Пилипенко В. В. Кавитационные автоколебания. К., 1989;
6. Алпатов А. П., Белоножко П. А., Горбунцов В. В. и др. Динамика пространственно развитых механических систем изменяемой конфигурации. К., 1990;
7. Коваленко Н. Д. Управление сверхзвуковыми газовыми потоками в реактивных соплах. К., 1992;
8. Шувалов В. А. Моделирование взаимодействия тел с ионосферой. К., 1995;
9. Переверзев Е. С. Модели накопления повреждений в задачах долговечности. К., 1995;
10. Конюхов С. Н., Федякин А. И. Вероятностно-статистические методы проектирования систем космической техники. Дн., 1997;
11. A. P. Alpatov, S. V. Khoroshylov, A. I. Maslova. Contactless de-orbiting of space debris by the ion beam. Kyiv, 2019.

В. В. Пилипенко, В. П. Пошивалов

Бібліографічний опис:

Технічна механіка / В. В. Пилипенко, В. П. Пошивалов // Енциклопедія Сучасної України [Електронний ресурс] / Редкол.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк [та ін.] ; НАН України, НТШ. — К. : Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2025. — Режим доступу: <https://esu.com.ua/article-891231>

2001-2025 © Ця енциклопедична стаття захищена авторським правом згідно з чинним законодавством України ([докладніше](#)).