

*М.А. ТКАЧУК*, докт. техн. наук, НТУ „ХПІ”

## **ДО ПРИНЦИПІВ ОРГАНІЗАЦІЇ ПРОГРАМНО-АПАРАТНИХ КОМПЛЕКСІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ ФІЗИКО-МЕХАНІЧНИХ ПРОЦЕСІВ У СКЛАДНИХ ТА НАДСКЛАДНИХ МЕХАНІЧНИХ СИСТЕМАХ**

У статті описані основні принципи побудови потужних програмно-апаратних комплексів для моделювання фізико-механічних процесів у складних системах. У сучасних умовах способи, методи та засоби досліджень мають особливості побудови та застосування. Один з варіантів програмно-апаратного комплексу, а також реальні проекти розглянуті на прикладі діяльності центру „Тензор” НТУ „ХПІ”.

In the article the basic principles of construction of powerful hardware-software complexes for the modeling of physico-mechanical processes in the complicated systems are described. In modern terms methods and facilities of researches have the features of construction and application. One of variants of hardware-software complex and also real projects are considered on the example of activity of the NTU „KhPI” Tensor-center.

Інноваційний шлях розвитку, що заявлений для України, – держави, яка вступає в СОТ, в умовах глобалізаційних процесів приведе до наступних проблем:

- 1) ліцензування програмного забезпечення та створення принципово нового оригінального математичного та програмного забезпечення для моделювання фізико-механічних процесів, яке використовується для обґрунтування параметрів машин та обладнання, що йде на експорт;
- 2) необхідність різкого підвищення рівня конкурентоспроможності вітчизняних товарів навіть на внутрішньому ринку;
- 3) дослідження та синтез сучасних систем озброєнь (як засобів поразки, так і захисту);
- 4) наявність колективів висококваліфікованих дослідників-аналітиків з різних галузей, зосереджених бажано в декількох спеціалізованих центрах;
- 5) фінансова неспроможність та недоцільність для окремих підприємств, фірм та галузей самостійно вирішувати проблему, що виникла;
- 6) створення центрів відтворення висококваліфікованих фахівців, в тому числі найвищої кваліфікації.

У світі існують тисячі обчислювальних центрів з потужністю десятки та сотні Tflops. У державах СНД уже функціонує мережа центрів з потужністю одиниці та десятки Tflops. В Україні – всього кілька центрів з потужністю кілька Tflops.

У зв'язку з цим назріла необхідність створення міжвузівського наукового центру високих комп'ютерних технологій автоматизованого проектування, дослідження та виготовлення складних та надскладних конструкцій. Основні принципи його діяльності:

- оснащення ліцензійним програмним забезпеченням;
- поєднання глибокої фундаментальності, універсальності, практичної

спрямованості та гнучкості;

- висококваліфікований колектив з досвідом масштабних проектів;
- міжнародні зв'язки;
- створення бази даних та знань за окремими галузями досліджень;
- можливість ефективного державного контролю за важливою та конфіденційною інформацією;
- самоокупність;
- самовідтворення та підготовка молодих кадрів;
- паралельне функціонування цивільних, гуманітарних програм з можливістю виходу на зарубіжні фонди та проектів, що забезпечують інтереси суто державної безпеки України;
- підготовка фахівців за новими спеціальностями у сфері автоматизованого проектування, дослідження та виготовлення складних машин і систем.

У Національному технічному університеті „Харківський політехнічний інститут” наказом ректора як реакція на ситуацію і як один із стратегічних напрямів наукової діяльності створено центр комп'ютерних методів проектування, дослідження і виготовлення складних машинобудівних конструкцій „Тензор”, що еволюціонує в державний аналітичний центр. Основні його цілі:

1) підготовка і перепідготовка фахівців з інформаційних технологій проектування, в першу чергу для високотехнологічних вітчизняних підприємств;

2) проведення наукових досліджень з оптимального проектування елементів машинобудівних конструкцій на основі глибокого аналізу фізико-механічних процесів;

3) „ліцензійне” забезпечення вітчизняних розробок за напрямком CAD/CAM/CAE/PDM: у центрі розгорнені ліцензійні версії систем Pro/ENGINEER, ANSYS, Pro/Mechanica, Inventor, WinMachine, КОМПАС, LSDYNA-3D;

4) формування потужного ударного „кулака” учених (професорів, викладачів, наукових співробітників, аспірантів, інженерів) для розв'язання актуальних, важливих і масштабних задач в оперативному і надоперативному режимі на замовлення промисловців;

5) створення потужних обчислювальних ресурсів для дослідження складних і надскладних механічних систем. У центрі розгорнено комплекс двохпроцесорних комп'ютерних станцій на базі процесорів Intel Pentium, Xeon, AthlonMP з обсягом оперативної пам'яті 2-4 Гб і дисковим до 1 Тб кожна. Створено 10-вузловий комп'ютерний кластер „Політехнік-120” з обсягом оперативної пам'яті 14 Гб, дисковим робочим простором 2,5 Тб. У результаті можливе розв'язання таких складних задач, що фізично просто „не по зубах” рядовим комп'ютерам. Крім того, створені унікальні розрахунково-експериментальний метод і розрахунково-експериментальна технологія, що поєднують метод скінченних елементів та голографічну інтерферометрію;

6) розроблена *унікальна технологія узагальненого параметричного опису* елементів складних і надскладних механічних систем, що складає наукову базу створюваних спеціалізованих інтегрованих систем автоматизованого проектування, дослідження і виготовлення елементів сучасної техніки;

7) науковий, дослідницький і навчальний центр „Тензор” є одним з оптимальних варіантів одержання послуг підприємствами вітчизняного машинобудування „у лізинг”;

8) центр має величезний досвід успішного виконання декількох десятків науково-дослідних проектів по замовленнях міністерств, концерну „Бронетехніка України”, ВАТ „ГСКТИ”, ХТЗ, ДП „Завод ім. Малишева”, ХКБМ, заводу „Світло шахтаря”.

Приклади успішних проектів: за замовленням ХТЗ проводяться дослідження корпусних елементів багатоцільових тягачів МТ-ЛБ, елементів систем ДВС спеціальних транспортних засобів; для ДП „Завод ім. Малишева” розраховувалися елементи трансмісії, литних форм для виготовлення фрагментів радіаторів, прес-форми; для ХКБМ створені моделі корпусів бронетранспортерів та гідрооб’ємних передач. Все це – реальні проекти, втілені у життя і реалізовані в конкретних конструкціях бронетранспортерів, танків, тягачів, машин металургійного виробництва, енергогенеруючих агрегатів, технологічного оснащення з високими технічними та тактико-технічними характеристиками (рис. 1-5).



Рис. 1. Моделі та результати досліджень складної просторової конструкції – корпусу багатоцільового тягача сімейства МТ-ЛБ виробництва ХТЗ: кінцевий результат – науково обґрунтовані варіанти конструкції нової української бронемашини

Рациональні параметри створених механічних систем визначені на основі багатоваріантних розрахунків кінематики, динаміки, напружено-деформованого стану із застосуванням програмних та апаратних засобів, об’єднаних у єдиний програмно-апаратний комплекс, доповнений в кожному конкретному випадку відповідними програмно-модельними комплексами. Кількість об’єктів, досліджених та удосконалених із застосуванням даної технології, досягає сотень видів.

Таким чином, можна зазначити, що на даний час програмно-апаратні засоби є не самоціллю, а всього лиш інструментом розв’язання масштабних задач. При цьому для успішної експлуатації програмно-апаратних засобів потрібен комплекс складових, серед яких – наукове та кадрове забезпечення, реальні проекти, націленість на запити реального виробництва.

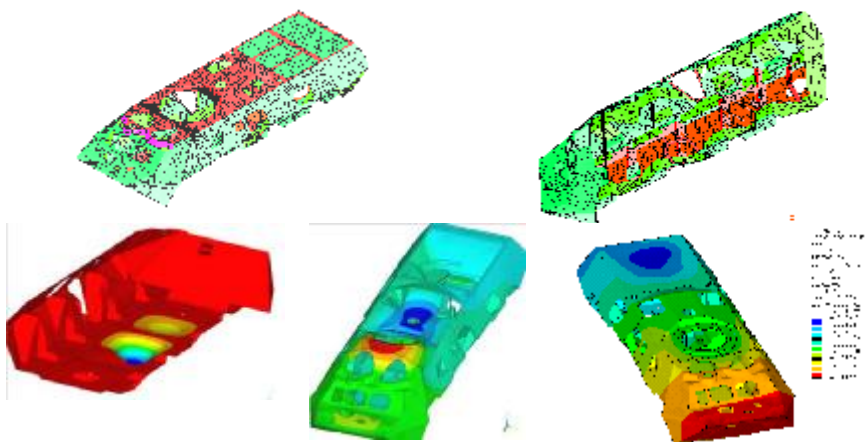


Рис. 2. Моделі та результати досліджень складної просторової конструкції – корпусу бронетранспортеру: кінцевий результат – науково обгрунтовані варіанти конструкції українського бронетранспортера

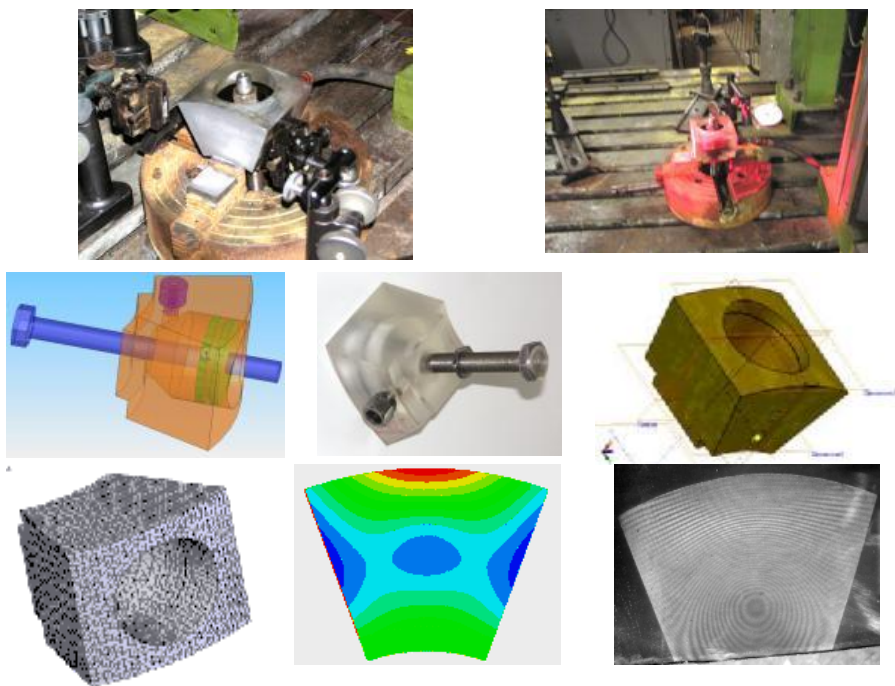


Рис. 3. Моделі, робочі моменти та результати числового та експериментального дослідження елементів радіальної гідрооб'ємної передачі методом скінченних елементів та голографічної інтерферометрії: кінцевий результат – науково обгрунтовані варіанти конструкції радіальної гідрооб'ємної передачі з унікальними технічними характеристиками



Рис. 4. Елементи розрахунково-експериментальної установки – голографічна установка „СІН-1”: кінцевий результат – принципово нова установка для розрахунково-експериментальних досліджень напружено-деформованого стану елементів механічних систем на основі поєднання методу скінченних елементів та голографічної інтерферометрії



Рис. 5. Схема взаємодії етапів принципово нової метасистеми для дослідження та синтезу елементів біомеханічних систем та ендопротезів на основі методів узагальненого параметричного опису складних систем: поєднує голографічну інтерферометрію, метод скінченних елементів, твердотільне геометричне комп'ютерне моделювання

Звичайно, що розвиток такого типу центрів неможливий без самостійного кадрового джерела, а також без зв'язків з академічними установами, вітчизняними та зарубіжними університетами та без виходу на вітчизняну GRID-систему та європейську GEANT-2. Оскільки при налагоджуванні таких контактів важливо мати в арсеналі оригінальні розробки, то з боку центру „Тензор” саме наукове забезпечення для організації та проведення досліджень на сучасному рівні є такою розробкою.

*Поступила в редколлегию 04.09.2007*