

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЗАПОРІЗЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ  
ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

**ТИЖДЕНЬ НАУКИ**

Збірник тез доповідей щорічної  
науково-практичної конференції серед студентів,  
викладачів, науковців, молодих учених і аспірантів

16–20 квітня 2018 року

Електронне видання комбінованого  
використовування на DVD-ROM

м. Запоріжжя

4. J. Gajda, T. Sidor. Using Monte Carlo Analysis for Practical Investigation of Sensitivity of Electronic Converters in Respect to Component Tolerances // Electrical And Electronic Engineering. – Vol. 2 (5), 2012. – pp. 297–302.

5. Shilo G. Geometric Methods of Tolerances Setting //Journal of Automation and information sciences –2007. – Vol. 39. – № 3. – P. 51–60.

6. G.M. Shilo. Strategies for Assigning Interval Tolerances // Cybernetics and Systems Analysis, vol. 51, issue 4, 2015. – pp. 657–666.

7. G. Shilo. Assigning Tolerances by Method of Smoothed Vertices // Journal of Automation and Information Sciences, Begell House, Inc, vol. 45, issue 10, 2013. – pp.36–48.

УДК 004.94

Поспесва І.Є.<sup>1</sup>, Фурманова Н.І.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> стар. викл. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

<sup>2</sup> канд. техн. наук, доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

## **ЗАСТОСУВАННЯ CAD/CAM СИСТЕМ ДЛЯ ВІРТУАЛЬНИХ ВИПРОБУВАНЬ У ПРОЦЕСІ ПРОЕКТУВАННЯ РЕЗ**

Всебічне впровадження CAD/CAM систем в процес проектування РЕЗ дозволяє істотно скоротити термін проектування, зменшити витрати, позбутися значної частини помилок. Але багато помилок, недоробок все ж залишається, і для їх виявлення необхідно проведення випробувань. Для цього зазвичай виготовляються макети, дослідні та експериментальні зразки, що знову ж таки вимагає витрат – матеріальних і трудових. Більш того, подібні випробування не в змозі забезпечити необхідну надійність, оскільки проводяться при фіксованих значення одного-двох дестабілізуючих факторів, в той час як при експлуатації в реальних умовах апаратура піддається одночасному впливу цілого комплексу дестабілізуючих факторів, що змінюються динамічно.

Вирішенням цієї проблеми є проведення віртуальних випробувань електронного макета виробу. Це стало цілком можливим з використанням технологій 3D-проектуювання.

В даний час існує ряд CAD/CAM систем, що здійснюють 3D-проектуювання та інженерний аналіз.

Система Nastran забезпечує повний набір розрахунків, включаючи розрахунок напружено-деформованого стану, власних частот і форм коливань, аналіз стійкості, рішення задач теплопередачі, дослідження сталих і несталих процесів, акустичних явищ, нелінійних статичних процесів,

нелінійних динамічних перехідних процесів, аналіз частотних характеристик при впливі випадкових навантажень.

Система ANSYS включає декілька програмних комплексів, серед яких ANSYS AUTODYN – для моделювання ударних випробувань з метою оптимізації робочих характеристик і надійності виробу; ANSYS Iserpak – для оцінки температурного стану електронних пристроїв в цілому і окремих вузлів зокрема, що дозволяє моделювати всі види теплообміну.

Система Pro/ENGINEER Mechanica має розширені можливості модуля Pro/ENGINEER Structure and Thermal Simulation, який дозволяє вирішувати задачі: статичний аналіз для розрахунку напружень і перемішень; розрахунок на стійкість, що визначає критичне для конструкції навантаження; аналіз стаціонарної теплопередачі для оцінки впливу на модель постійного теплового навантаження і граничних умов.

Система Unigraphics крім базового модуля 3D гібридного моделювання включає в себе модуль UG/Mechanisms, що дозволяє здійснювати повний кінематичний аналіз, оцінити зазори між елементами, виявити зіткнення, обчислити сили, моменти і т. ін.

Система Autodesk Inventor включає в себе спеціальні модулі: динамічний симулятор кінематики, що дозволяє проводити з віртуальними прототипами дослідження, наближені до реальних польових випробувань з урахуванням усіляких сил, навантажень, тертя, пружності і т. ін., а також модуль аналізу міцності методом кінцевих елементів, що дозволяє моделювати поведінку деталі або вузла під навантаженням, визначати наявність деформацій, їх ступінь і характер.

Система КОМПАС крім вирішення завдань 3D-моделювання, включає систему APM FEM, призначену для виконання експрес-розрахунків твердотільних об'єктів і візуалізації їх результатів. Вона дозволяє вирішувати лінійні задачі: напружено-деформованого стану; статичної міцності збірок; стійкості; термопружності; стаціонарної теплопровідності, а також визначати частоти і форми власних коливань.

Система АСОНІКА включає в себе підсистеми: АСОНІКА-В для аналізу механічних характеристик конструкцій РЕЗ, встановлених на віброізоляторах; АСОНІКА-М – для аналізу неамортизованих конструкцій РЕЗ; АСОНІКА-ТМ - для моделювання механічних процесів в конструкціях першого рівня РЕЗ, АСОНІКА-Т – для визначення теплових режимів РЕЗ. Недоліком системи є слабкий зв'язок з сучасними системами 3D проектування.

На кафедрі ІТЕЗ в даний час широко застосовуються системи ANSYS, Unigraphics і КОМПАС, впроваджується система Autodesk Inventor, опрацьовується можливість впровадження в навчальний процес системи Pro/ENGINEER. Це не тільки підвищує якість навчання, але і дозволяє

майбутнім фахівцям максимально використовувати можливості CAD/CAM систем для проектування високонадійних РЕЗ.

### ЛІТЕРАТУРА

1. Басов К.А. ANSYS. Справочник пользователя / К.А. Басов. М.:ДМК Пресс, 2005. 640 с.
2. <https://ascon.ru/products/1114/review/>
3. <https://www.pointcad.ru/product/autodesk-inventor/podrobnoe-opisanie-autodesk-inventor>

УДК 62-71

Фурманова Н.І.<sup>1</sup>, Арешкін Є.К.<sup>2</sup>, Лопатка Ю.А.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> канд. техн. наук, доц., доц. каф. ІТЕЗ ЗНТУ

<sup>2</sup> асистент каф. ІТЕЗ ЗНТУ

### ІНТЕНСИФІКАЦІЯ ТЕПЛОВІДВОДУ В ГЕРМЕТИЧНИХ БЛОКАХ ЕТАЖЕРНОЇ КОНСТРУКЦІЇ

Тенденція до мінімізації розмірів сучасної апаратури призводить до необхідності розміщення потужних електрорадіоелементів в порівняно малих об'ємах. Це призводить до різкого збільшення щільності потужності розсіювання, а, отже, і до підвищення температури пристрою. Тому при конструюванні апаратури особливого значення набуває розробка методів інтенсифікації тепловідводу, регулювання та контролю температури [5].

До недавнього часу задачі теплового проектування переважно вирішувалися використанням інженерних співвідношень, отриманих за результатами статистичної обробки результатів експериментів конструкцій радіоелектронних апаратів [7]. Підвищити швидкість і точність розрахунків дозволила поява інженерних засобів інженерного аналізу. Можливість моделювання фізичних процесів в елементах конструкцій різноманітних пристроїв закладено в багатьох сучасних системах автоматизованого проектування: ANSYS, SolidWorks, NX, COMSOL та ін.

Мета роботи: за допомогою сучасних засобів інженерного аналізу дослідити ефективність методів інтенсифікації тепловідводу в герметичному блоці радіоелектронної апаратури.

Для проведення дослідження ефективності методів інтенсифікації тепловідводу в герметичних блоках було обрано блок етажерної конструкції.

Сучасні блоки радіоелектронної апаратури мають велику кількість конструктивних елементів, в тому числі: друковані плати з електрорадіоелементами, елементи кріплення друкованих плат, з'єднувачі, елементи об'ємного монтажу. Розміри цих елементів можуть відрізнятися в сотні