УДК 621.814.4

Л.К. Поліщук
О.В. Поліщук
В.О. Кудраш

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ ДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ КОНСТРУКЦІЙ ДЕТАЛЕЙ МАШИН

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Розглянуто особливості використання генеративного дизайну при конструюванні деталей машин, виконано порівняння методів виробництва деталей згенерованих за допомогою штучного інтелекту, оцінено перспективи застосування нейромереж та штучного інтелекту в процесі проектування деталей машин.

Ключові слова: генеративний дизайн, штучний інтелект, проектування, оптимізація, деталь.

Abstract

The peculiarities of the use of generative design in the design of machine parts are considered, a comparison of methods of production of parts generated with the help of artificial intelligence is made, the prospects of using neural networks and artificial intelligence in the process of designing machine parts are evaluated.

Keywords: generative design, artificial intelligence, design, optimization, detail.

Вступ

Розвиток штучного інтелекту (ШІ) та нейромереж дозволяє вирішувати все більше задач в багатьох сферах нашого життя, серед яких: охорона здоров'я, фінанси, транспорт, освіта, розваги, державний сектор та інші [1]. Не обійшли стороною нейромережі та ШІ і механічну інженерію, де вони також допомагають з автоматизацією виробництва, прогнозуванням поломок обладнання, оптимізацією виробничих процесів, покращують контроль якості продукції на всіх етапах виробництва, а також дозволяють полегшити виконання ряду складних інженерних задач. Серед останніх виділяють оптимізацію конструктивних рішень де застосування ШІ дозволяє створювати оптимальні та легкі конструкції, що відповідають вимогам міцності та ергономічності, при цьому зменшуючи витрати та підвищуючи екологічність виробництва [2]. Одним із інструментів ШІ, що останнім часом набуває все більшого розвитку є генеративний дизайн, який здебільшого застосовується саме на етапі проектування деталей та конструкцій.

Результати дослідження

Оптимізація конструктивних рішень у машинобудуванні за допомогою генеративного дизайну - це процес створення оптимальних та ефективних деталей та конструкцій шляхом застосування алгоритмів і математичних моделей. [3] Основна ідея полягає в тому, щоб за допомогою комп'ютерних програм генерувати та аналізувати велику кількість варіантів конструкцій, зокрема враховуючи такі параметри, як міцність, вага, витрати матеріалів та інші технічні вимоги. Такі програмні продукти як Fusion 360, Creo, Siemens NX дозволяють створювати деталі шляхом їх генерації, а також значною мірою полегшувати їх використовуючи оптимізацію топології [3]. Алгоритми роботи з більшістю таких програмних продуктів є схожими між собою і включають в себе такі основні етапи:

1. Інженер задає обмеження, всередині яких система буде шукати рішення;
2. Вказуються зони, які треба залишити в первісному вигляді, робочі та кріпильні ділянки деталі, перешкоди, які потрібно огинати, та навантаження, що діють на деталь і кріплення;
3. Завдання надсилається в хмарне сховище, програма шукає рішення і передає їх користувачу, коли знаходить;
4. Ці рішення будуть відрізнятися одне від одного, тому інженер обирає потрібний варіант або варіанти і допрацьовує їх якщо є необхідність.

Генеративний дизайн також дозволяє замінити вузол з декількох деталей, однією деталлю, що дозволяє знизити витрати за рахунок зменшення номенклатури необхідних деталей. Усі згенеровані деталі та вузли перевіряються на міцність методом скінченних елементів (рис.1). Програма показує усі небезпечні перерізи та місця концентрації напружень, а також проводить дослідження на втомну міцність за заданої циклічності навантажень [4].

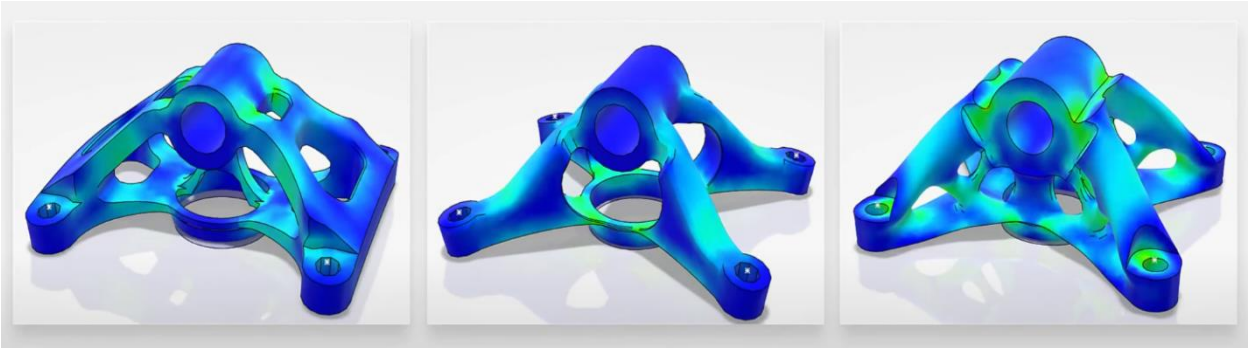
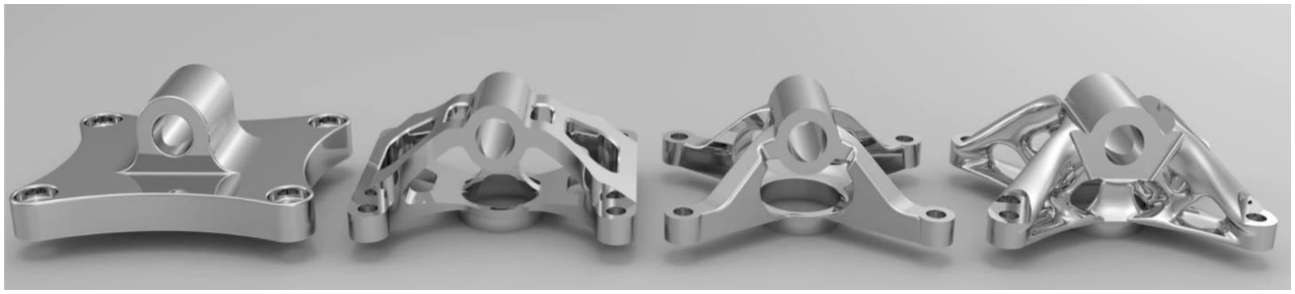


Рисунок 1 – Дослідження згенерованих деталей на міцність за допомогою програмного продукту Creo

Для підвищення інтеграції з технологією виробництва для деталі чи вузла, що генерується можна задати метод її виготовлення, що показано на рисунку 2, в залежності від методу виготовлення генеровані деталі можуть значно відрізнятись дизайном і відповідно, масою. Так на рис. 2 а) зображено вихідну деталь, спроектовану традиційним методом яка має масу 700 г, далі на рис. 2 б) деталь згенерована ШІ з використанням програмного продукту Creo з вказаним методом виготовлення – фрезерування, масою 450 г, деталь рис. 2 в) також згенерована і виготовляється методом лиття, маса деталі 360 г і деталь рис 2 г) виготовляється методом порошкового 3D друку й має масу 295 г.



а) б) в) г)

Рисунок 2 – Зовнішній вигляд типової та згенерованих деталей:
а) – типова деталь; б) – деталь згенерована ШІ для виготовлення на 5 координатному оброблювальному центрі; в) деталь згенерована ШІ для виготовлення методом лиття; г) – деталь згенерована ШІ для виготовлення методом 3D друку.

Як видно з рисунку 2 симбіоз генеративного дизайну та адитивних технологій показує найкращий результат щодо показника маси деталі, оскільки 3D друк дозволяє виготовляти складні та зручні геометричні форми, які неможливо виконати традиційними методами. Використання 3D друку та генеративного дизайну також сприяє швидкому переналагодженню виробництва, оскільки не потребує зміни пристосувань верстатів чи виготовлення ливарних форм. Проте в такого методу є й недоліки, а саме потреба в складному та високовартісному обладнанні для порошкового 3D друку та нездатність деталей виготовлених таким методом забезпечити вимоги міцності характерні деяким галузям їх використання. Крім того, деталі, що надруковані на 3D принтері, майже завжди потребують додаткової постобробки для видалення підтримок та забезпечення оптимальної шорсткості поверхі [5].

Висновки

Генеративний дизайн дозволяє інженерам ефективно використовувати можливості комп'ютерного моделювання та ШІ для розробки оптимальних конструкторських рішень. Замість традиційного проектування та покращення прототипів, генеративний дизайн дозволяє швидко знаходити найкращі варіанти конструкцій деталей та вузлів машин, що може суттєво скоротити час на розробку та значною мірою оптимізувати витрати на матеріали. Варто зазначити, що деталі згенеровані за допомогою ШІ мають унікальний зовнішній вигляд та дизайн ніби створений самою природою, що в поєднанні з адитивними технологіями відкриває нові можливості для створення унікальних та неповторних деталей [6]. Генеративний дизайн – це командна робота інженера та комп'ютера, де на теперішній час роль в інженера все ще переважаюча, адже ШІ хоч і потужний інструмент, але все ще достатньо новий і недосконалий та вимагає задання багатьох попередніх умов, залежностей і обмежень, а готові згенеровані деталі нерідко потребують правок та доопрацювань. Враховуючи темпи розвитку нейромереж та ШІ можна припустити, що роль генеративного дизайну в проектуванні з часом буде лише зростати, це дозволить значно спростити роботу інженерів проте, формулювання технічного завдання, початкової ідеї проекту та доведення його до завершеного вигляду все ще залишатиметься привілеєм людини.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Макс Тегмарк/ Життя 3.0. Доба штучного інтелекту. — К.: Наш Формат, 2019.
2. Mania Aghaei/ Generative Design Exploration: Computation and Material Practice – Stoclholm, Sweden, 2016.
3. Topology Optimization with Generative Design in PTC Creo 7 URL: https://wiya3d.com/generative-design-in-ptc-creo/(date of access: 15.03.2024).
4. Дубенець В.Г., Хільчевський В.В., Савченко О.В. Основи методу скінченних елементів: Навчальний посібник. – Чернігів: ЧДТУ, 2007. – 288 с.
5. Kalpakjian S. Manufacturing Engineering and Technology. Addison-Wesley Publishing Company. USA. – 1199 p.
6. Engineering Psychology and Human Performance by Christophen D. Wickens, Justin G. Hollands. 1999.

Поліщук Леонід Клавдійович – д.т.н., проф., Вінницький національний технічний університет, завідувач кафедри «Галузеве машинобудування», e-mail: leo.polishchuk@gmail.com, 21021, Україна, Вінницька обл., м. Вінниця, вул. Хмельницьке шосе, 95.

Поліщук Олександр Васильович – к. т. н., доц., доцент кафедри педагогіки безпеки та безпеки життєдіяльності, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail:polischuk@vntu.edu.ua.

Кудраш Віталій Олександрович – аспірант кафедри «Галузеве машинобудування», Вінницький національний технічний університет. e-mail: lisovoy844@gmail.com

Polishchuk Leonid K. – doctor of engineering sciences,h Vinnytsa national technical university, head of department «Engineering breanch», , e-mail: leo.polishchuk@gmail.com, 21021, Vinnytsa, st. Khmelnytsky Highway, 95.

Polishchuk Oleksandr Vasyliovych – Ph.D., Associate Professor, Associate Professor of the Department of Safety Pedagogy and Life Safety, VNTU, Vinnytsia, e-mail: polischuk@vntu.edu.ua.

Kudrash Vitaliy Alexandrovich – graduate student of department «Engineering breanch», Vinnitsa National Technical University, e-mail: lisovoy844@gmail.com