

ПОЛІПШЕННЯ ПРОЦЕСУ ПРОЕКТУВАННЯ ЗА ДОПОМОГОЮ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ

ХЛИЦОВ М.В., ДОВГАНЬ О.Д.

Одеська державна академія будівництва та архітектури, м. Одеса, Україна

Проектування (дизайн) – це складний процес, який пов'язаний не лише з пошуком оригінальних рішень та ідей, а й з оцінкою їхньої ефективності, вмінням розподілити роботу між виконавцями та керувати нею тощо. Це тривалий процес, що включає етапи від підготовки проектної завдання до випробування дослідних зразків. Інструментом, що дозволяє оцінювати різні варіанти дизайну на стадії концептуальної розробки проекту із застосуванням систем автоматичного проектування (CAD), є генеративне проектування. Генеративний (топонімічний) дизайн – спосіб проектування різних об'єктів, при якому для зниження ваги та збереження міцності застосовуються методи, відмінні від традиційних.

Адитивні технології або технології синтезу деталей і конструкцій є на сьогоднішній день сегментом у виробничій сфері, що найбільш швидко розвивається. Різні об'єкти, вироблені таким чином, відрізняються від виробів, виготовлених традиційним способом. При генеративному дизайні використовується безліч нових інструментів автоматичного проектування для оптимізації виготовлення, зниження ваги та економії матеріалу виробів. Дані формують обмеження, в рамках котрих повинна виконуватися конструкція.

CAD-системи – особливо параметричні – пропонують ефективний підхід для побудови 3D-геометрії. Приклади таких систем: SOLIDWORKS та CATIA від Dassault Systèmes, Autodesk Inventor, Solid Edge від Siemens PLM Software, Creo Parametric від PTC. Ці програми дозволяють інженерам досліджувати та оцінювати діапазон можливих варіантів конструкції, спираючись на комбінацію перевірених часом принципів та алгоритмів FEA (Finite аналіз шляхом кінцевих елементів). У системі SOLIDWORKS завжди була параметрична оптимізація, але вона керувалася розмірами, в останніх версіях [SOLIDWORKS 2018] з'явилася оптимізація топології. Тут система, ґрунтуючись на заданих умовах, сама знімає матеріал із базової геометрії моделі, яку надали, та пропонує органічну оптимальну форму. Нова функція, названа Topology Study, надає можливість вибрати метод виготовлення деталі – адитивний або субтрактивний, тому SOLIDWORKS видаляє матеріали дуже по-різному для кожного підходу.

Група підходів, методів та їх чисельна інтерпретація вивчалися і тестувалися на різних завданнях оптимізації топології конструкцій консольної балки (рис. 1)

магістрами освітньо-професійної програми «Адитивні технології». Однаковим для всіх досліджень є перший крок – це створення (розробка) початкової моделі.

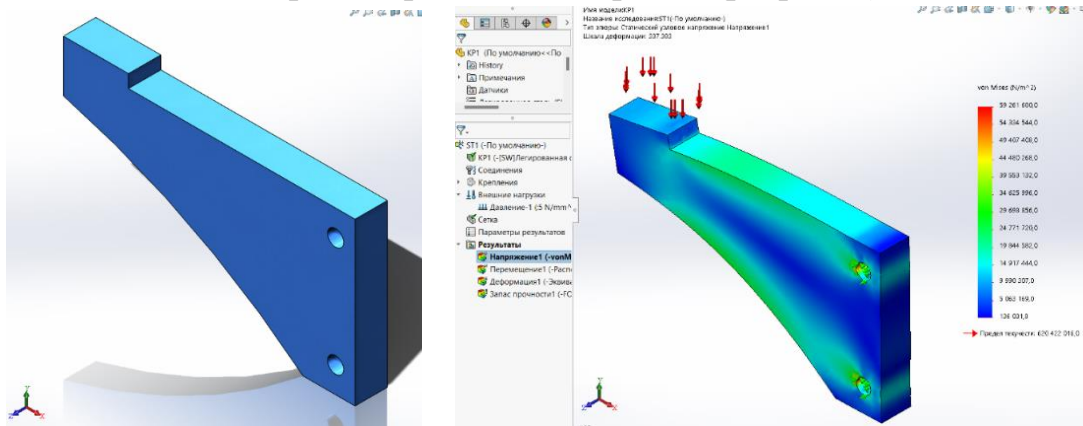


Рис. 1. Зовнішній вигляд консольної балки та результати статичного аналізу

Розв'язання задачі генеративного дизайну аналогічне структурі статичного аналізу і базується на даних статичного дослідження. Дослідження топології дозволяє знайти максимально жорстку структуру з урахуванням певної мети та обмежень, заданого відсотка видалення матеріалу та умов виробництва. Для проведення генеративного дизайну деталі в SolidWorks необхідне попереднє налаштування аналізу, що полягає в призначенні матеріалу деталі, визначенні області проектування, визначенні незмінних областей із зазначенням параметрів зсуву, визначення діючих навантажень (сили, тиску моменту, що крутить) і обмежень, а також фіксації ступеня свободи тіла деталі (рис. 2). Потрібно також зробити технологічні налаштування аналізу із зазначенням напрямку видавлювання матеріалу та області заповнення по осях матеріалом. Далі здійснюється безпосередній запуск програми виконання генеративного дизайну із зазначенням параметрів аналізу – якості аналізу, відносного зменшення маси та запасу міцності.

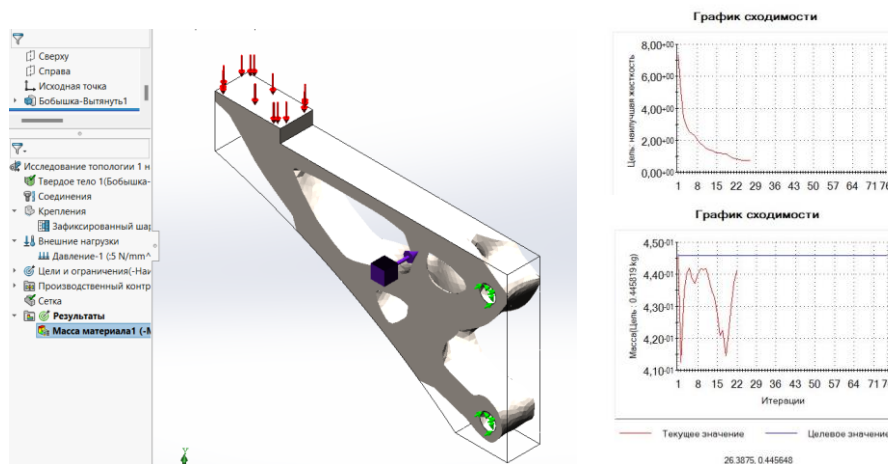


Рис. 2. Результат генеративного дизайну

Отриману модель доопрацьовано в системі SolidWorks з урахуванням технологічних обмежень шляхом видалення областей з дефектами та додавання

областей з побудовою прикордонних профілів і траєкторій. Відновлено необхідну симетрію конструкції, перетворено ребра жорсткості, організовані місця кріплення елементів конструкції (рис. 3).

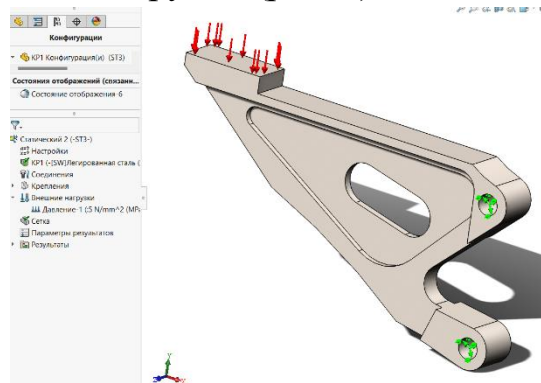


Рис. 3. Доопрацьована модель консольної балки

Результати порівняльного аналізу способів оптимізації (рис. 4) наведено в таблиці 1.

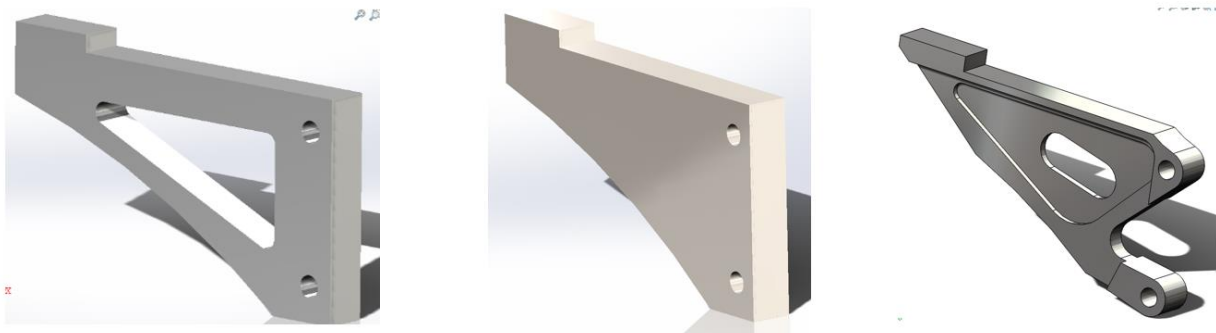


Рис. 4. Порівняльний аналіз способів оптимізації моделі

Таблиця 1

Назва параметру	Параметрична оптимізація	Оригінал	Генеративний дизайн
Маса, kg	0.93	1,78	0.59
Запас міцності	6.7	10,4	6,9

Даний метод оптимізації топології дозволяє значно знизити вагу конструкції за значно більшої міцності. Найбільш вірним підходом є комбінації способів оптимізації для одержання полегшених конструкцій.

Висновки

В рамках роботи проведена оптимізація конструкції консольної балки, в результаті якої знижено його масу на 67% при фіксованих показниках міцності та жорсткості та коефіцієнті запасу міцності 6.9. Показано можливість переходу від результатів генеративного дизайну до готового виробу. Описані технології можуть бути використані для надлегких конструкцій різного призначення, що виготовляються за адитивними технологіями. Ця технологія не замінює інженерів-конструкторів, а збільшує їхню можливість проектування.