

УДК 62-4, 629-7

П. Р. Темченко¹, В. В. Піманов¹¹ – Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського», м. Київ, Україна

ВИКОРИСТАННЯ ГЕНЕРАТИВНОГО ДИЗАЙНУ ЗАДЛЯ ОПТИМІЗАЦІЇ ФОРМ ДЛЯ ПОДАЛЬШОГО ЗД-ДРУКУ НА ПРИКЛАДІ НЕРВЮРИ КРИЛА АЕРОПРОФІЛЮ S1223

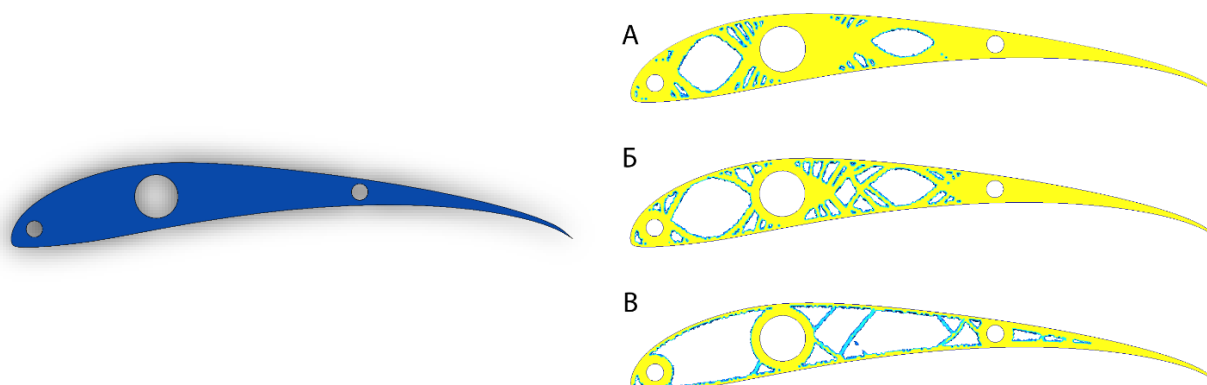
Генеративний дизайн або оптимізація топології – це процес комп'ютерного аналізу і моделювання, що базується на алгоритмах штучного інтелекту задля досягнення фінального результату форми в рамках заданих обмежень.

Такий підхід є ідеальним для адитивного виробництва і дозволяє проектувати складні форми. Переважна більшість сучасних САПР мають дану функцію в своєму наборі інструментів. У роботі проведено дослідження шляхом моделювання у SolidWorks [1] конструкції аеропрофілю типу S1223 [2] з подальшим ЗД-друком пластиком PET G.

Об'єктом дослідження є нервюра до безпілотного літального апарату по типу літак. В авіації дуже гостро стоїть питання оптимізації конструкції так, аби максимальна її жорсткість досягалася мінімальною масою елементів, що до неї входять.

Отже, метою дослідження є оптимізація конструкції нервюри крила літака. Прикладом слугуватиме невеликий літак розмахом крил 2350 мм з хордою 290 мм. Загальна маса літака становить 30 кг. Навантаження на крило W/S отримуємо рівним ~ 44 кг/м². Беручи до уваги коефіцієнт запасу $n = 1.5$, $W/S \approx 70 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2}$ – сумарне навантаження на весь розмах крила. Прийmemo кількість нервюр рівною 30. Звідси маємо, що на одну нервюру припадає приблизно 25 Н. Збільшимо це значення до 35 Н, оскільки розподілення навантаження на крилі літака є нелінійним, чим ближче переріз крила до центроплану тим більше навантаження.

Прийmemo товщину нервюри в 3 мм, а силову схему крила – трьохлонжеронну. Задамо 3 симуляції зі зменшенням маси на 30%, 50% і 70% відповідно. На рис. 1 початковий вигляд аеропрофіля і результати симуляцій зниження маси.



**Рис. 1. Початковий вигляд аеропрофіля і результати симуляцій зниження маси:
А – 30%; Б – 50%; В – 70%**

Згідно з показниками маси в SolidWorks, початковий аеропрофіль має масу 21.11 гр. Варіант А – 14.92 гр ; Б – 10.07 гр ; В – 6.4 гр. Для подальших досліджень було визначено доцільним варіант Б, при цьому залишається достатня жорсткість і міцність та зменшується вага на 50%..

У середовищі UltiMaker Cura проведено аналіз ефективності часу друку варіантів виконання та визначено показники маси при виробництві деталей за технологією 3-Д друку. Друк відбувається при 50% заповненні, тип заповнення «гіроїд» [3]. Результати моделювання у середовищі UltiMaker Cura наведені на рис. 2.

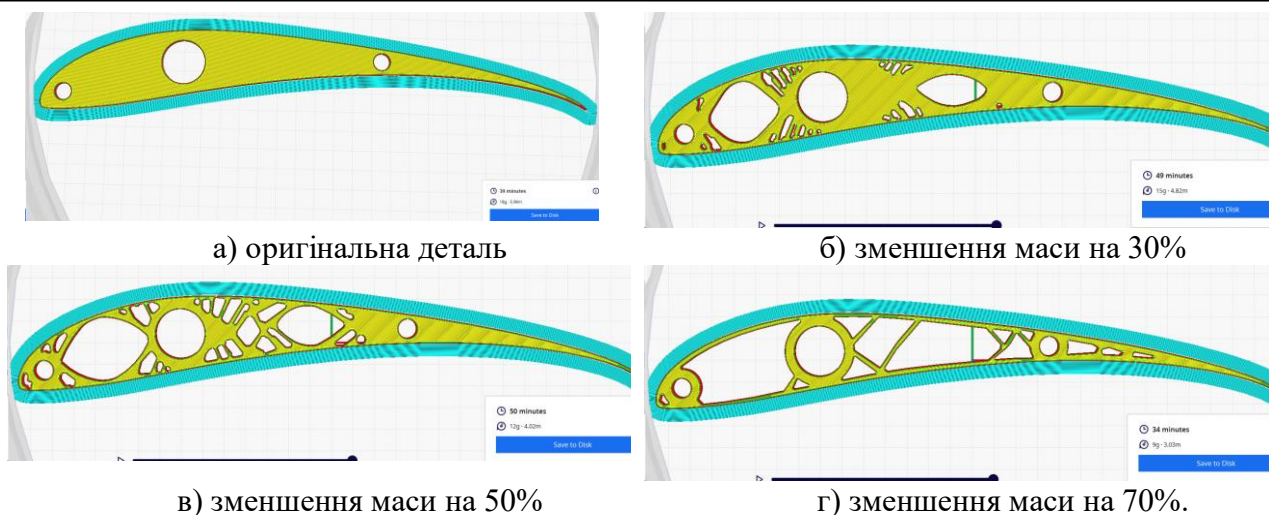


Рис. 2. Результати моделювання у середовищі UltiMaker Cura

Після ревізії моделей в програмному комплексі UltiMaker Cura, зведемо отримані дані до табл. 1.

Таблиця.1

Дані технологічного моделювання в UltiMaker Cura

Виконання	Маса, г	Час, хв
Оригінальна деталь	18	39
Зменшена на 30%	15	49
Зменшена на 50%	12	50
Зменшена на 70%	9	34

Маємо цікаву картину: незважаючи на очевидну меншу кількість витраченого матеріалу в двох з трьох «оптимізованих» виконаннях ми програємо в часі друку. Це відбувається через те, що принтеру треба обводити кожен маленький отвір і робить він це з меншою швидкістю, ніж заповнює контури. Можна констатувати, що задля того, аби зекономити і масу, і час (відповідно, електроенергію і моторесурс принтеру), то необхідно прагнути до більших отворів в формі. Як це відбувається в варіанті Г.

Висновки

1. У роботі проведено дослідження шляхом моделювання у програмному середовищі SolidWorks конструкції аеропрофілю типу S1223 для нервюри крила літака.
2. У середовищі UltiMaker Cura проведено аналіз ефективності часу друку варіантів виконання та визначено показники маси при виробництві деталей за технологією 3-Д друку пластиком PET G.
3. Шляхом моделювання середовищі UltiMaker Cura встановлено, що продуктивність виробництва за технологію 3-Д друку залежить від складності профілю та його точності при виготовленні. Зниження ваги за рахунок отворів полегшення призводить до збільшення часу друку.

Список використаних джерел

- 1.1. What is Topology Optimization – SOLIDWORKS Simulation,. URL: <https://www.goengineer.com/blog/what-is-topology-optimization-solidworks-simulation>
2. S1223 – Selig S1223 high lift low Reynolds number airfoil URL: <http://airfoiltools.com/airfoil/details?airfoil=s1223-il>
3. Cura Guide to Best Infill Patterns. URL: <https://all3dp.com/2/cura-infill-patterns-all-you-need-to-know/>