

УДК 004.94; 621.7

АДИТИВНІ ТЕХНОЛОГІЇ У ПРОЦЕСІ ВІДНОВЛЕННЯ ЕЛЕМЕНТІВ КОНСТРУКЦІЇ

З.В. Сазанішвілі¹, Д.В. Юр'єв²

¹кандидат технічних наук, асистент кафедри конструювання, технічної естетики і дизайну, e-mail: szanishvili.z.v@nmu.one

²студент групи 132-20ск-2, e-mail: yuriev.D.V@nmu.one

^{1,2} Національний технічний університет «Дніпровська політехніка», Дніпро, Україна

Анотація. У роботі розглянуто відновлення елементів конструкції. Розроблено 3D-модель кришки насоса, створена програма управління для формоутворення на машині адитивного виробництва, описані режими виготовлення за FDM-технологією.

Ключові слова: Inventor, Autodesk, 3D-моделювання, адитивні технології.

ADDITIVE TECHNOLOGIES IN THE PROCESS OF RESTORATION OF STRUCTURE ELEMENTS

Zoia Sazanishvili¹, Danylo Yuriev²

¹Ph.D., Department of Engineering and Generative Design, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: szanishvili.z.v@nmu.one

²Student, Dnipro University of Technology, Dnipro, Ukraine, e-mail: yuriev.D.V@nmu.one

Abstract. This article considers the restoration of structural elements. A 3D model of the pump cover has been developed, a control program has been created for molding on an additive manufacturing machine, production modes of FDM technology have been described.

Keywords: Inventor, Autodesk, 3D modeling, additive technologies.

Вступ. Сучасний розвиток виготовлення продукції тісно пов'язаний з екологічними нормами виробництва й утилізації виробів. Тому актуальним є питання відновлення конструкцій та окремих їх деталей. Під час відновлення виробів відтворюється виробничий цикл розробки та виготовлення елементів конструкції, у тому числі комп'ютерна візуалізація та виробництво деталей адитивними технологіями.

Мета роботи полягає у комплексному підході до відновлення виробів, а саме в аналізі пошкодженої деталі, її 3D-моделюванні та виробництві адитивними технологіями.

Матеріал і результат досліджень. У роботі розглянуто відновлення елементів конструкції діафрагмового насосу. Діафрагмові насоси за принципом дії близькі до поршневих насосів. Роль поршня в них виконує гнучка діафрагма (мембрана), якій надається зворотньо-поступальний рух [1].

Під час експлуатацію на кришку насосу діє тиск, тому відбувається її руйнування (рис. 1).



Рис. 1. – Пошкодження кришки насосу

На першому етапі роботи по відновленню кришки насосу, була розроблена модель деталі в Autodesk Inventor Professional 2022 (рис. 2). Вона має складну конфігурацію, тому економічно-вигідно застосовувати під час виготовлення адитивні технології, що підвищує точність виготовлення, збільшує коефіцієнт використання матеріалу, зменшує механічну обробку, номенклатуру деталей і кількість складальних операцій.

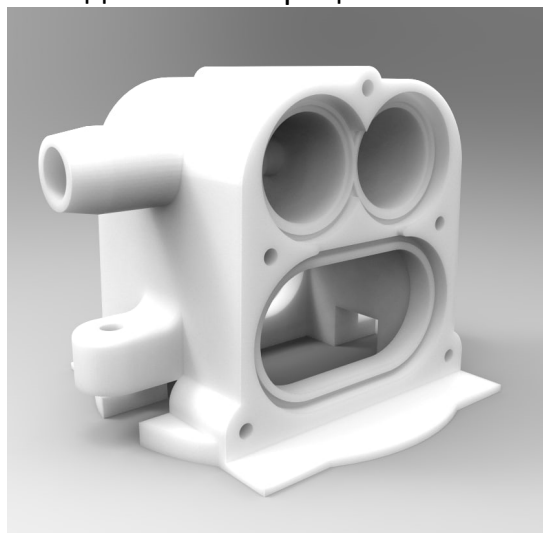


Рис. 2. – 3D-модель деталі

- У загальному випадку, робочими умовами роботи насосу є:
- температура експлуатації – 30...80°C;
 - середовище – вода.

Під час вибору матеріалу були розглянуті характеристики пластиків, що використовуються під час формоутворення адитивними технологіями (табл. 1).

За характеристиками і наявною відпрацьованою технологією формоутворення, а також з урахуванням ціни пластику, для виготовлення кришки насосу, було обрано ABS-пластик, який відповідає робочим умовам.

Для прототипування й виготовлення дрібносерійних виробів широко використовується FDM-технологія. Як зазначено [3], під час виготовлення деталей за обраною технологією, необхідним є контроль друку перших шарів виробу. Для забезпечення високої адгезії матеріалу забезпечено підігрів платформи, а також була оптимізована орієнтація моделі за найбільшою поверхнею примикання (рис. 3). Оптимізація розміщення, розбивка моделі на шари, побудова підтримуючих конструкцій і задання параметрів формоутворення проводилась в програмі Ultimaker Cura.

Таблиця 1 – Характеристики пластиків [2]

Характеристика	Nylon	PET	ABS	PLA
Густина, г/см ³	1,20	1,27	1,15	1,25
Температура екструдера, °C	240...270	255...270	240...260	200...235
Температура платформи, °C	80...100	60...70	80...110	20...60
Водопоглинання, 24ч/23°C	3	2	1	4
Міцність на розтяг, МПа	78	70	46	53
Відносне видовження при розтягу, %	75	50	13	4
Температура експлуатації	-30...+120	-20...+200	-10...+100	-20...+40

Для виготовлення деталі з ABS-пластика за FDM-технологією були обрані наступні параметри:

- температура екструдера - $235 \pm 5^{\circ}\text{C}$;
- температура платформи – 100°C ;
- швидкість друку – 60 мм/с;
- товщина шару – 0,2 мм при діаметрі сопла – 0,4 мм.

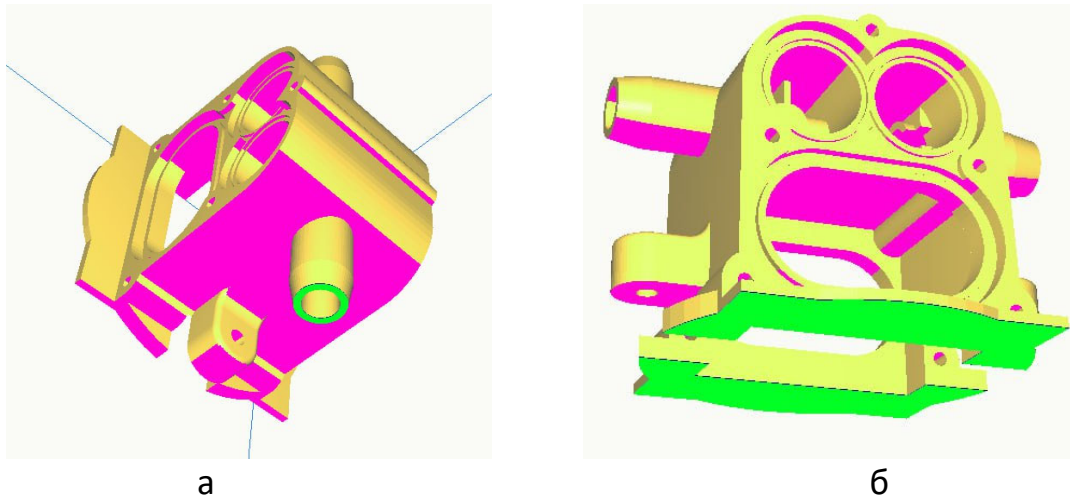


Рис. 3. – Орієнтація моделі під час формоутворення:

- а – вільна орієнтація з невеликою поверхнею примикання;
б – оптимізована орієнтація з найбільш можливою поверхнею примикання

Під час формоутворення екструдер рухається через площину x-y середовища побудови завдяки дії крокових двигунів. Маршрут друкуючої головки, який повністю контролюється комп'ютером, визначається як «шлях інструмента» і відповідає за осадження одного шару. Цей рух поєднується з z-переміщенням стадії побудови [4].

Після формоутворення механічно прибираються підтримуючі конструкції, обробляються отвори кріплення свердлом 3 мм і деталь кріпиться до виробу.

Висновки. У роботі було показано повний цикл відновлення елементів конструкції, а саме розробка 3D-моделі й програми формоутворення, відпрацьовано алгоритм прототипування та створення працюючих деталей. У ході роботи були використані такі інформаційні технології проектування як Autodesk Inventor Professional 2022 та Ultimaker Cura, а також адитивні машинами FDM-технології.

ЛІТЕРАТУРА

1. Volk, M. Pump Characteristics and Applications. Third Edition / M. Volk. – New York: CRC Press, 2014. – 339 p.
2. Інженерні пластики для 3Д друку FDM. MonoFilament. URL: <https://monofilament.com.ua/ua/products/inzhinernye-plastiki> (дата звернення: 04.04.2023).
3. Kerr T. 3D Printing. Introduction to Accessible, Affordable Desktop 3D Printing / Tyler Kerr. – Switzerland: Springer Nature Switzerland AG, 2022. – 183 p.
- Sola, A. Fused Deposition Modeling of Composite Materials / Antonella Sola, Adrian Trinchi. – Australia: Elsevier Ltd., 2023. – 466 p.