УДК 621.9

Пермяков О.А., докт. техн. наук, професор,
perm_a@i.ua
Яковенко І.Е., канд. техн. наук, професор
Національний технічний університет «ХПІ», igor.dych59@gmail.com
Пермяков О.О.
HERMES TECHNIC, м.Легниця, Польща, opermiakov31@gmail.com

МАШИННЕ НАВЧАННЯ У ТЕХНОЛОГІЧНІЙ ПІДГОТОВЦІ СУБТРАКТИВНОГО ВИРОБНИЦТВА ПРИ РЕІНЖИНІРИНГУ ДЕТАЛЕЙ

При пошкоджені або зносу поверхонь деталі виникає необхідність її заміни новою. Однак у деяких випадках користувач не може її придбати з різних причин (відсутність на ринку, велика ціна, невисока якість аналога та ін.). Самостійно виробити цю деталь також проблемно, бо відсутня необхідна конструкторська документація, технологія виготовлення, обладнання та ін. Тоді користувач звертається до компаній, які спеціалізуються на ринку реверсивного інжинірингу. Такі компанії мають необхідне обладнання для розробки 3D моделі деталі з наступним виготовленням з використанням або адитивних, або субтрактивних технологій. Цьому сприяють сучасні досягнення в області інформаційних технологій, як з точки зору отримання інформації про об’єкт обробки, так і з точки зору обробки отриманої інформації для подальшого процесу виробництва.

Загальна послідовність процесу реверсивного інжинірингу з наступним виробництвом деталі показано на рисунку 1 на прикладі деталі «Ланцюгова зірочка», виготовленої на підприємстві “Hermes-technic”. На першому етапі виконується сканування пошкодженої або зношеної деталі з використанням сканерів різного типу (стаціонарних, ручних, тактильних, лазерних та ін.), який залежить від потужності підприємства. На другому етапі скановане зображення обробляється в програмному застосунку та будується 3D модель. Завдяки цієї моделі виконується креслення деталі для подальшої обробки (етап 3). На цьому креслені вказуються номінальні розміри деталі, які не завжди є справжніми для реальної деталі завдяки зносу поверхонь та похибкам сканування пошкоджених ділянок деталі. Тому потрібно встановити необхідні розміри та параметри точності поверхонь для наступного проектування технології обробки та використання пошкодженої деталі відповідно її функціонального призначення. Для виконання цієї роботи залучають кваліфікованих фахівців в даної галузі, що є слабким елементом в автоматизованому циклі процесу реінжинірингу. Автори пропонують на цьому етапі (5 етап) залучити нейронні мережі або машинне навчання для встановлення необхідних параметрів поверхонь деталі. В подальшому на 6 етапі створюється креслення деталі, на базі якого розробляється технологічний процес обробки деталі та на 7 етапі виконуються програмування верстата з ЧПК (якщо він використовується для виготовлення деталі). Заключна фаза реінжинірингу в даному випадку це виготовлення потрібної деталі та контроль її параметрів (етапи8-9).

Авторами розроблено фасетну класифікацію поверхонь деталі, яка дозволяє врахувати багато факторів та використовується при машинному навчанні системи:

- умови роботи деталі;
- функціональне призначення поверхні;
- відповідність поверхні до стандартної;
- профіль поверхні;
- розташування поверхні;
- тип сполучення;
- умови до похибок форми;

- геометричні параметри поверхні.

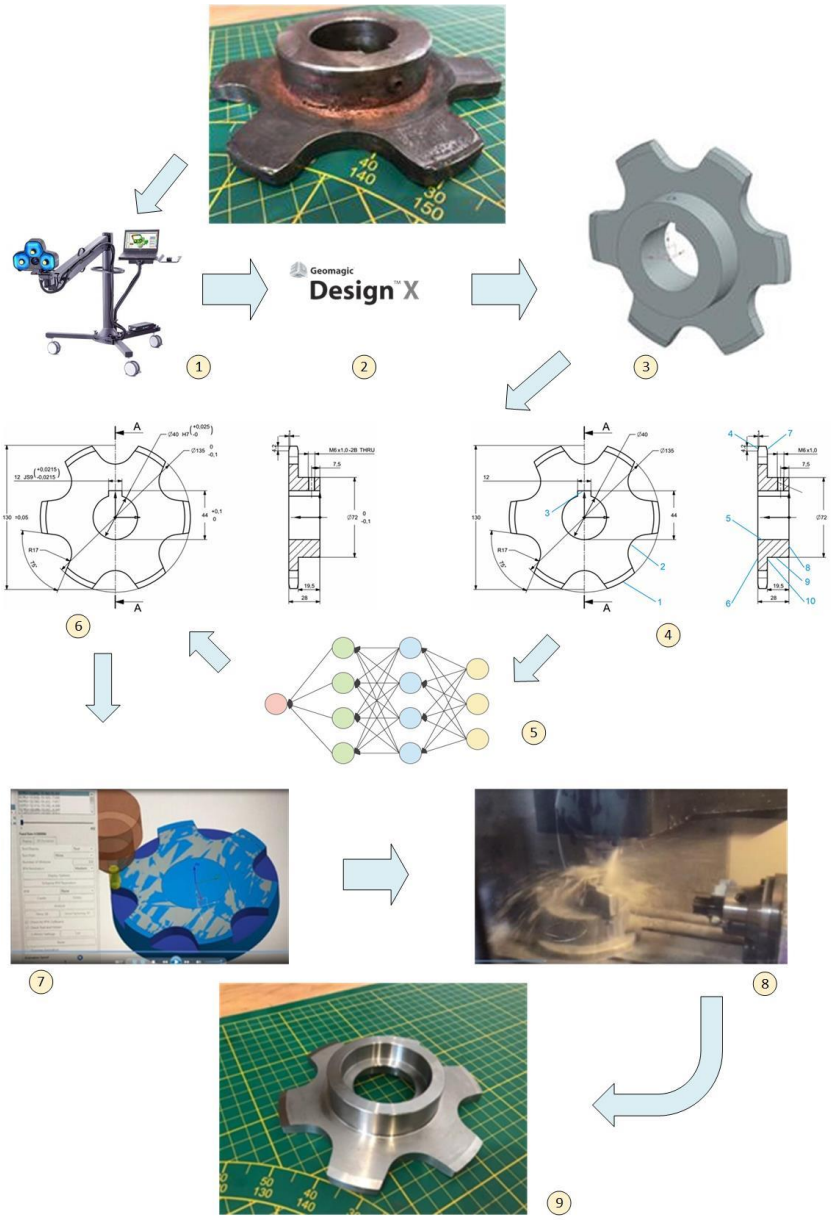

Рис. 1 – Реверсивний інжиніринг – етапи створення деталі

Такий підхід дозволяє практично повністю автоматизувати процес технологічної підготовки виробництва при реінжинірингу деталей.

Список посилань

1. Реверсивний інжиніринг та впровадження сучасних методів і засобів контрольних операцій /Пермяков О.А., Яковенко І.Е., Калініченко В.А., Скиба О.С., Южкович П. //Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Серія: Технології в машинобудуванні– Харків:НТУ «ХПІ», 2023. № 2 (8) 2023. – С. 84–92.

2. HERMES TECHNIC URL:https://www.hermes-technic.pl (дата звернення 22.03.2025).

3. Пермяков О.А. Реверсивний інжиніринг деталей на основі адитивних технологій екструзійного 3d-друку констукційними термопластиками / О.А Пермяков, І.Е. Яковенко, О.О. Пермяков, P. Jóźkowicz // Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем (КЗЯТПС –2024) : матеріали тез доповідей XIV Міжнародної науково-практичної конференції (м. Чернігів, 23–24 травня 2024 р.) : у 2 т. / Національний університет «Чернігівська політехніка» [та ін.]; відп. за вип.: Єрошенко Андрій Михайлович [та ін.]. – Чернігів: НУ «Чернігівська політехніка», 2024. – Т. 1. – с.36-37.