

МЕТОД ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ОБ'ЄМНИХ ВИРОБІВ

Пихтєєва І. В., к.т.н.,

ORCID: 0000-0001-7484-1759

Вершков О. О., к.т.н.,

ORCID: 0000-0001-5137-3235

Малюта С. І., к.т.н.

ORCID: 0000-0002-7824-4609

Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра Моторного

Тел. (0619) 42-24-36

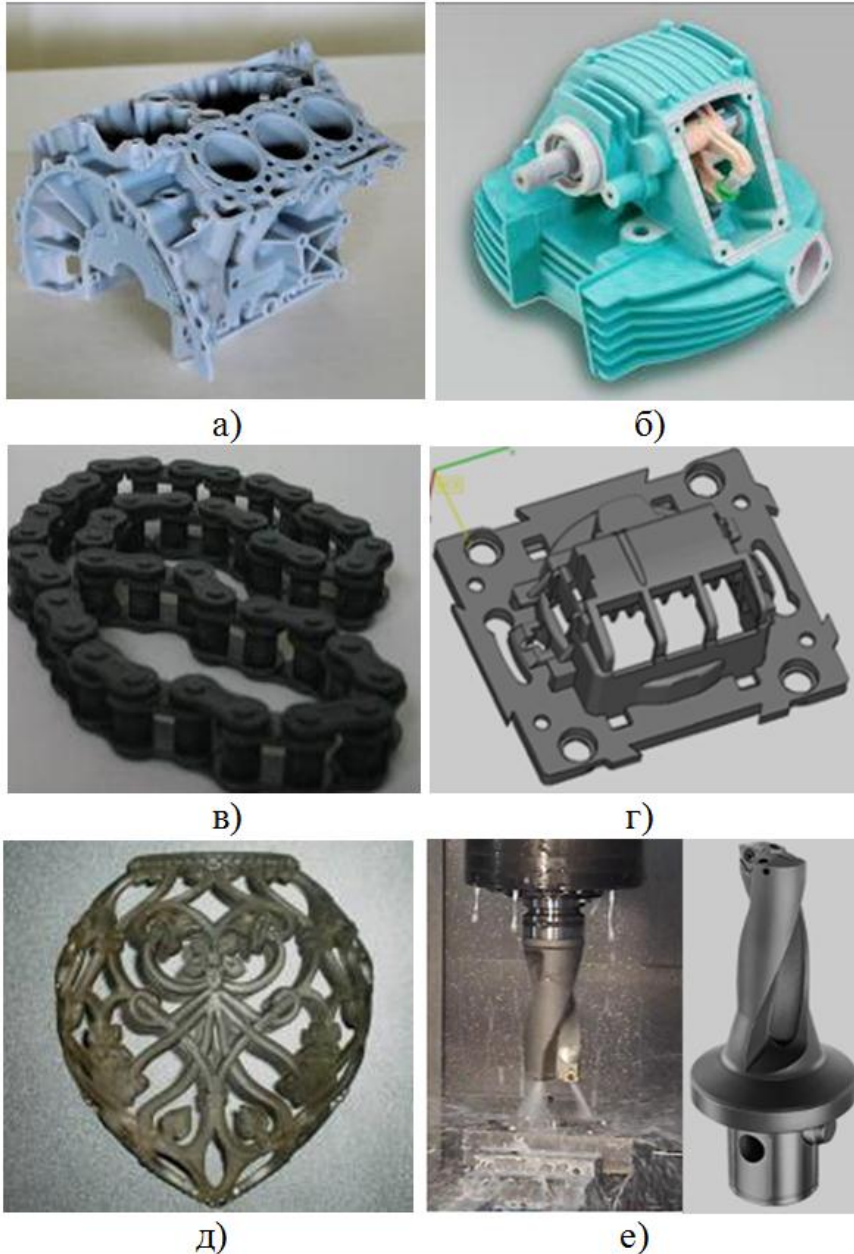
Постановка проблеми. Розвиток техніки на сучасному етапі характеризується широким використанням інформаційних технологій у всіх її областях. Особливої уваги заслуговують складно-фасонні об'ємні вироби, які характеризуються не тільки складністю рельєфу окремих елементів цих виробів, а й наявністю найрізноманітніших за формою і розмірами внутрішніх каналів, переходів, з'єднань і т.п. Виготовлення таких виробів в даний час базується на використанні величезної кількості програмного забезпечення різних фірм, спрямованого на вирішення завдань, що виникають при виготовленні складно-профільних виробів.

Після відпрацювання конструкції виробу при його постановці на виробництво в залежності від обсягу матеріалу, конструкції, форми і розмірів виробу, вирішуються завдання вибору методу отримання заготовок і виробу в цілому, розробки та виготовлення технологічного оснащення, розробка програм (вибір програмного забезпечення) для отримання заготовок і виробів. У зв'язку з цим вибір ефективного програмного продукту, що забезпечує виробництво того чи іншого фасонного виробу, є важливим завданням. Тому розкриття можливостей використання програмного забезпечення при виготовленні складно-профільних об'ємних виробів є актуальним завданням.

Аналіз останніх досліджень. Вид складно-профільного виробу визначається службовим призначенням, конструкцією, матеріалом, розмірами і технічними вимогами до виробу. Вони знаходять широке застосування у всіх галузях машинобудування (авіа-, судно-, приладобудуванні, автомобільної промисловості), у виготовленні гідроапаратури, в дизайнерських виробках і об'єктах, в ювелірній промисловості і т.д. Деякі приклади таких складно-профільних виробів наведені на рис. 1.

Аналіз конструкцій складно-профільних виробів показує, що в загальному випадку, незалежно від функціонального призначення, їх

можна класифікувати на цілісні і складові. Складові вироби складаються з окремих фасонних елементів, які з'єднуються між собою, утворюючи нерухомі і рухомі з'єднання. Загальним для обох видів з'єднань є те, що вони складаються з окремих елементів, кожен з яких має свій профіль.



а) – блок циліндру; б) – гідрообладнання; в) – цеп; г) – корпус; д) – ажурний виріб; е) – ріжучий інструмент.

Рис. 1. Приклад складних профільних об'ємних виробів.

Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє в залежності від серійності випуску, матеріалу і конструкції виробу, технологічних можливостей виробника вибирати той чи інший метод виготовлення складно-фасонних об'ємних виробів.

Формулювання цілей статті (постановка завдання). Метою роботи є уявлення функціональних можливостей інформаційних

технологій і їх сумісності з продуктами інших фірм, і на їх основі забезпечення виготовлення складно-профільних об'ємних виробів різними методами.

Основна частина. В роботі розглянуто загальні питання аналізу складно-профільних виробів, основні методи їх отримання, питання проектування та виготовлення оснастки для таких виробів, а також показано рішення задачі отримання одного з розглянутих виробів.

Основними методами отримання складно-профільних об'ємних виробів або їх заготовок є:

- лиття;
- штампування;
- пресування (методи порошкової металургії);
- швидке прототипування;
- швидке виробництво;
- механічна обробка різанням на верстатах з ЧПУ.

У кожного з наведених методів існують різні способи виготовлення, які, головним чином, визначаються видом обладнання, на якому виготовляється виріб (заготівок).

Як правило, для отримання виробу з регламентованої точністю, на початку виготовляють одним з розглянутих методів фасонну об'ємну заготовку, яку наступною механічною обробкою на верстатах з ЧПУ перетвореної в готовий виріб (рис. 1. е, г). Якщо виріб складений, то потрібно подальша збірка окремих елементів (рис. 1. в, е). Вироби, де точність не регламентована (рис. 1. д), теоретично можна виготовляти будь-яким з розглянутих методів.

Вибір методу залежить від конструкції виробу, програми випуску, тривалості виробництва виробу і технологічних можливостей виробника.

Аналіз особливостей розглянутих методів виготовлення показує, що основою для отримання складно-профільних об'ємних виробів будь-яким методом є їх 3D-модель.

Досвід використання систем проектування і контролю підприємствами і навчальними закладами [1] показує, що вони забезпечують високу якість створення 3D-моделей технічних виробів в PowerShape (рис. 1, б). Раніше [2,3,4] було показано, що ArtCAM Pro дозволяє створювати поверхню з безліччю мініатюрних елементів (рис. 1, а, б), шляхом побудови їх на основі растрового або векторного рисунку.

Однак побудова 3D-моделей такими способами не забезпечує ажурності виробу.

З огляду на особливості виготовлення ажурних виробів, для демонстрації процесу їх виготовлення був обраний знак (рис. 1. д). Вибір цього виробу обумовлюється мініатюрністю елементів на

фасонної поверхні, яка дозволяє оцінити можливості створення таких складних поверхонь за допомогою інформаційних технологій.

Поряд з традиційними технологіями обробки (різання, лиття, штампування та ін.) все більше застосування знаходять різні методи швидкого виготовлення виробів, які забезпечуються системами швидкого прототипування і виготовлення шляхом пошарового нарощування обсягів заданої форми виробів, а не як розглянуто раніше. Цими методами можуть виготовлятися готові вироби, що складаються з багатьох елементів, як нерухомі так і рухливі.

Для застосування методу Rapid Prototyping необхідно було створити цілісну твердотільну 3D-модель цього знака, яка повністю відповідала б оригіналу, тобто мала всі необхідні піднутріння, мініатюрні елементи.



Рис. 2. Установка пошарового нарощування Objet EDEN 350V.

В системі ArtCAM Pro не передбачено можливості створення таких моделей. У той же час, створення в інших програмах 3D-моделювання (таких як 3DMax) таких складних скульптурних поверхонь вимагає сильних навичок художника і великих часових ресурсів. Тому, рельєф поверхні кожної частини знака створювався в ArtCAM Pro, і потім редагувався в 3DMax.

Для створення STL-файлу використовуємо команду «створити триангульовану модель». При її створенні вибираємо функцію «закрити модель зміщенням рельєфу», що дозволяє отримати внутрішню поверхню елементів знака. Таким чином, створили STL-моделі кожного елемента знака. Отримані моделі імпортуються в

3DMax, там редагуються, застосовуючи функції деформаторов (наприклад, FFD $3 \times 3 \times 3$) і збираються в одну модель, яка є вихідною для стереолітографічної установки.

Система швидкого прототипування *Objet Geometries* включає в себе комп'ютерну станцію підготовки, управління та контролю всього технологічного процесу виготовлення прототипу, установку пошарового нарощування *Objet EDEN 350V* (рис. 2) і станцію очистки моделей.

Дана система, керована від комп'ютерної станції, забезпечує пошаровий виріб шляхом нанесення двох матеріалів: матеріалу побудови і матеріалу підтримки, з подальшою полімірізацією кожного шару ультрафіолетовими лампами. Після завершення циклу вирощування в станції очищення відбувається вилучення матеріалу підтримки з вирощеного виробу і промивка виробу водою під тиском.

Висновки. Аналіз досвіду використання інформаційних технологій при виготовленні складно-профільних об'ємних виробів показує, що програмне забезпечення повністю забезпечує можливість їх виготовлення і має високий рівень сумісності з програмним забезпеченням інших компаній, що певною мірою продемонстровано при виготовленні різними методами ажурного виробу.

Візуальний аналіз чіткості і рельєфності виготовлених знаків показує, що поверхні мініатюрних елементів, для яких виготовлення оснащення при остаточній обробці вимагає використання гравера радіусом не менше $R = 0,05$ мм можуть виготовлятися будь-яким з розглянутих методів. Для отримання чіткого рельєфу варіанту моделі рекомендується виготовляти методом механічної обробки на верстатах з ЧПУ або карбуванням. Застосування методу швидкого прототипування при виготовленні варіанту ажурного виробу дозволяє отримати цілісний по конструкції знак.

Список використаних джерел

1. Борисов И., Чепунов П. Комплексное применение CAD/CAM/CAE-систем для проектирования и изготовления гоночного автомобиля. *Сотрудничество с университетами Украины* (11-й сборник отчетов). 2009. С. 3-20.

2. Дубик Я., Токунов В. Применение CAD/CAM/CAQ-технологий для восстановления знака 1903 года. *Сотрудничество с университетами Украины* (10-й сборник отчетов). 2008. С. 11-23.

3. Куценко Л. Н. Диссертации по прикладной геометрии, выполненные в харьковском регионе. *Современные проблемы геометрического моделирования*: сб. трудов Украина-российской научно-практической конференции. Харьков: ХГУПТ, 2005. С. 21–26.

4. Пугачов С. В., Кундрат Т. М. Моделювання ефективності циліндричних світлових шахт з дифузним відбиванням світла.

Системні технології. Дніпропетровськ, 2006. Вип. 3(44). С. 82-87.

5. Радченко А. К., Пихтєєва І. В. Автоматизація процесу побудови моделі на базі створення АРІ програми. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2013. Вип. 5: Інформаційні технології в прикладній геометрії, т. 6. С. 125-131.

6. Пихтєєва І. В., Торбунова А. Ю., Шпильова О. О. Автоматизація процесу виготовлення прес-форм для декоративних елементів оформлення інтер'єрів з урахуванням вимог промислової безпеки. *Проблеми та перспективи розвитку системи безпеки життєдіяльності*: зб. наук. праць XIII Міжнар. наук.-практ. конф. молодих вчених, курсантів та студентів. Львів: ЛДУБЖД, 2018. С. 202-203.

7. Пихтєєва І. В. Програмний модуль для автоматизованого проектування складних функціональних поверхонь. *Фундаментальна підготовка фахівців у природничо-математичній, технічній, агротехнологічній та економічній галузях*: матеріали Всеукр. наук.-практ. конференції з міжнар. участю (м. Мелітополь, 11-13 вересня 2017 р.): присвяченої 85-річчю кафедри вищої математики і фізики ТДАТУ. - Мелітополь, 2017. С. 124-126.

8. Рева Г. В. Метод розрахунку синусоїдальної відбивальної системи. *Прикладна геометрія та інженерна графіка*. Київ: КНУБА, 2006. Вип. 67. С. 226-230.

9. Росоха С. В. Анімаційне комп'ютерне моделювання деяких процесів в задачах пожежної безпеки: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.01.01 / КНУБА. Київ, 2009. 20 с.

10. Сітабдієва О. Л. Метод опису квазіеліпсів з розосередженими фокусами. *Праці Таврійської державної агротехнічної академії*. Мелітополь, 2005. Вип. 4: Інформаційні технології в прикладній геометрії, т. 29. С. 73-78.

11. Пихтєєва І. В., Івженко О. В., Лубко Д. В. Вирішення задачі по визначенню технологічних параметрів процесу простою обтягування. *Праці Таврійського державного агротехнологічного університету*. Мелітополь, 2019. Вип. 19, т. 3. С. 316-324.

МЕТОД ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРОФІЛЬНИХ ОБ'ЄМНИХ -ВИРОБІВ

Пихтєєва І. В., Вершков О. О., Малюта С. І.

Анотація

В роботі розглянуто загальні питання аналізу складно-профільних виробів, основні методи їх отримання, питання проектування та виготовлення оснастки для таких виробів, а також показано рішення задачі отримання одного з розглянутих виробів. Використання сучасних інформаційних технологій дозволяє в залежності від серійності випуску, матеріалу і конструкції виробу, технологічних можливостей виробника вибирати той чи інший метод

виготовлення складно-фасонних об'ємних виробів. Аналіз конструкцій складно-профільних виробів показує, що в загальному випадку, незалежно від функціонального призначення, їх можна класифікувати на цілісні і складові.

Розглянуто удосконалення технологічного процесу виготовлення деталі складної форми в пакеті програм твердотільного моделювання.

Використуєма система швидкого прототипування Objet Geometries включає в себе комп'ютерну станцію підготовки, управління та контролю всього технологічного процесу виготовлення прототипу, установку пошарового нарощування Objet EDEN 350V і станцію очистки моделей. Дана система, керована від комп'ютерної станції, забезпечує пошаровий вироб шляхом нанесення двох матеріалів: матеріалу побудови і матеріалу підтримки, з подальшою полімірізацією кожного шару.

Ключові слова: метод швидкого прототипування, складно-профільні вироби, системи автоматизованого проектування, технологічна система виробництва.

МЕТОД БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ПРОФИЛЬНЫХ ОБЪЕМНЫХ ИЗДЕЛИЙ

Пыхтеева И. В., Вершков А. А., Малюта С. И.

Аннотация

В работе рассмотрены общие вопросы анализа сложно-профильных изделий, основные методы их получения, вопросы проектирования и изготовления оснастки для таких изделий, а также показано решение задачи получения одного из рассматриваемых изделий. Использование современных информационных технологий позволяет в зависимости от серийности выпуска, материала и конструкции изделия, технологических возможностей производителя выбирать тот или иной метод изготовления сложно-фасонных объемных изделий. Анализ конструкций сложно-профильных изделий показывает, что в общем случае, независимо от функционального назначения, их можно классифицировать на цельные и составные. Рассматривается совершенствование технологического процесса изготовления детали сложной формы в пакете программ твердотельного моделирования.

Используемая система быстрого прототипирования Objet Geometries включает у себя компьютерную станцию подготовки, управления и контроля всего технологического процесса изготовления прототипа, установку послойного наращивания Objet EDEN 350v и станцию очистки моделей. Данная система, управляемая от компьютерной станции, обеспечивает послойное изготовление путем нанесения двух материалов: материала построения и материала поддержки, с дальнейшей полимиризацией каждого слоя.

Ключевые слова: метод быстрого прототипирования, сложно-профильные изделия, системы автоматизированного проектирования, технологическая система производства.

METHOD OF RAPID PROTOTYPING OF PROFILE VOLUME PRODUCTS

I. Pykhteeva, O. Vershkov, S. Maliuta

Summary

The work considers general issues of analysis of complex-shaped products, the main methods of their production, design and manufacture of tooling for such products,

and also shows the solution to the problem of obtaining one of the products under consideration. The use of modern information technologies allows, depending on the serial production, material and design of the product, the technological capabilities of the manufacturer, to choose one or another method of manufacturing complex-shaped volumetric products. Analysis of structures of complex-shaped products shows that in the general case, regardless of their functional purpose, they can be classified into integral and composite. The article considers the improvement of the technological process of manufacturing a part of complex shape in the package of solid-state modeling programs.

Used system rapid prototyping Objet Geometries includes for itself the computer station of preparation, management and control of all technological process of making of prototype, setting of layer increase of Objet EDEN 350v and station of cleaning of models. This system guided from the computer station provides the layer making by causing of two materials : material of construction and material of support, with further polymer of every layer.

The increase of exactness and efficiency of design of processes is in-process attained due to application of new (worked out in under program) more adequate, complete, effective models and by introduction of the use of new methods of design that on the whole conduces productions to the power, material and labour cost cutting.

Key words: rapid prototyping method, complex profile products, computer-aided design systems, technological production system.