

ємствах стало різке скорочення метрологічних служб і навіть їх ліквідація.

Подібна ситуація абсолютно не відповідає сучасним вимогам до організації машинобудівного виробництва і є стримуючим фактором для подальшого технічного, технологічного та організаційного розвитку підприємств.

В даний час вимірювання в тій чи іншій мірі пронизують всі сфери інженерної праці. В процесі навчання майбутні фахівці технічних напрямків при освоєнні дисциплін навчального плану проводять численні різні виміри, особливо при виконанні лабораторних і практичних робіт.

З вимірами постійно пов'язана діяльність інженера-дослідника, інженера-технолога, інженера-конструктора. Наприклад, інженер-конструктор зобов'язаний мати чітке уявлення про можливість вимірювальної техніки, забезпечити взаємозамінність деталей і складальних одиниць, контролепригідність розроблюваного виробу на всіх стадіях його життєвого циклу. Вимірювальна інформація є основою для прийняття технічних і управлінських рішень при випробуванні продукції, оцінюванні її технічного рівня, атестації та сертифікації якості. Знання сучасних правил, норм і вимог в області вимірювань також необхідно для фахівців, які здійснюють функції орга-

нізації та управління виробництвом.

На виробництві молодий спеціаліст, як правило, завжди прямо чи опосередковано пов'язаний по роботі з вимірами. При цьому він стикається з великою кількістю вимірювальних завдань, нормативних документів метрологічного змісту, виконання яких є обов'язковим. Однак знання метрологічних правил і норм ще не дає гарантії успішної інженерної діяльності. Інженеру необхідно вивчити і освоїти методи вимірювань і основні принципи конструювання вимірювальних засобів. При цьому на перше місце слід поставити знання методів вимірювання.

Постійна зміна стандартів, положень, показників та іншої нормативної документації заставляє спеціалістів постійно стежити за цим процесом і враховувати в роботі. Для допомоги працівникам метрологічних служб виробництва в даних розділах наведені нові стандарти і інформація про намічені зміни в цій галузі. Метрологічне забезпечення на машинобудівному підприємстві є фундаментом вимірювальної справи і контролю, технічно і організаційно забезпечує однаковість і правильність показань всіх вимірювальних приладів на підприємстві і завдяки цьому створює умови для однаковості і правильності всіх вимірювань.

ТЕХНОЛОГІЯ ТРИВИМІРНОГО ВИРОБНИЦТВА ВИРОБІВ

Шабайкович В.А. Луцький національний технічний університет, Луцьк, Україна

Статистика відмічає, що лише 10% розроблюваних конструкцій виробів та технологій впроваджуються у виробництво, решта з різних причин відсіюється. За допомогою тривимірного виробництва це можна змінити і вибрати найкращі рішення та усунути вироби з недостатньо високою якістю. Тим більше, що більшість відомих оцінюючих методів проводиться, коли продукція вже готова і щось змінити стає часто неможливим або вимагає значних витрат.

Спалах тривимірного виготовлення виробів відбувся завдяки появі 3D-принтерів, 3D-сканерів, пристроїв, які використовують метод поварство-

вого створення фізичного об'єкта за цифровою 3D-моделлю. Технологія 3D-виготовлення може здійснюватися різними способами і з використанням потрібних матеріалів. При цьому застосовуються лазерні та струменеві [1] технології формування варств. При лазерній стереолітографії ультрафіолетовий лазер поступово, піксель за пікселем, засвічує рідкий фотополімер або він засвічується ультрафіолетовою лампою через фотомашаблон, змінюваний з новою варствою. При цьому рідкий полімер твердне і перетворюється в досить міцний пластик. В другому способі склеювання чи спікання порошкоподібного матеріалу

схоже на лазерне спікання, але порошкова основа склеюється речовиною, що подається з струменевої головки. Процес здійснюється на 3-D принтерах, яких тепер є досить багато. 3D-принтери – це спеціальні пристрої для друкування тривимірних даних, тобто виготовлення виробу. Перевагами подібних принтерів перед звичайними способами створення моделей є висока швидкість, простота та низька вартість. 3D-принтери використовуються в самих різних областях завдяки безлічі переваг 3D-друку. Це можливість оцінити функціональність та складальність виробів, а також виключити можливість помилок перед запуском виробів у серію, заощаджуючи витрати. Крім того, на готовій моделі можна проводити різні тести ще до того, як буде готовий остаточний варіант виробу.

Однак, це ще не все. Наступне це – швидке виробництво. Вже тепер технології 3D-виготовлення

дозволяють одержувати вироби з різних матеріалів. Крім цього 3D-принтери широко застосовуються в медицині для створення макетів внутрішніх органів людини, протезів та імплантів (рис. 1). Високу зацікавленість викликають і маркетингові аспекти 3D-виготовлення. Завдяки їм можна підвищити якість роботи з клієнтами, демонструючи повноцінні вироби. Серед екзотичних варіантів використання 3D-виготовлення можна відмітити виробництво взуття. Нога майбутнього власника сканується лазером для створення цифрової моделі. На підставі цієї інформації і виготовляється взуття шляхом поварстового лазерного спікання. Безсумнівним лідером в області 3D-виготовлення є компанія Z Corporation, 3D-принтери якої успішно використовуються багатьма фірмами та організаціями, найбільш відомими в світі.



В машинобудуванні



В ракетобудуванні



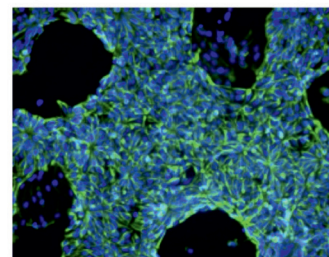
При виготовленні зброї



Виготовлення інструменту



Складання човна



Одержання стовбурових клітин



В архітектурі



При виготовленні взуття



В медицині

Рис. 1. Приклади застосування 3-D виготовлення різноманітних виробів

Методики проектування віртуальних конструкцій та розробки технологій базуються на відомих методиках ручних чи автоматизованих розробок і відрізняється лише тим, що виконуються на комп'ютері з використанням відповідного програмного забезпечення [2]. Коротко методика проектування віртуальних конструкцій як виробів, технологічного обладнання та оснащення, так і технологічних процесів полягає в наступному:

- Підбір необхідних програм, введення вхідних даних.
- Пошук в інформаційному банку даних необхідної для розробки інформації, а також аналогів і прототипів тощо.
- Встановлення структури конструкційного та технологічного об'єкту.
- Формування груп виробів, технологій, їх комплексних представників.
- Вибір способу та методу технології виготовлення груп виробів.
- Викреслювання загального виду конструкції та блок-схеми технології.
- Вибір технологічних баз і схем базування, точності виготовлення.
- Розрахунки головних показників якості конструкційного та технологічного рішення, в тому числі можливих витрат.
- Розрахунки рівня конкурентоспроможності конструкції та технології виготовлення виробу.
- Виявлення вузьких місць та заходів по підвищенню показників якості та рівня конкурентоспроможності конструкції й технології.
 - Впровадження змін в конструкцію виробу та технологію за даними перебігу віртуального технологічного процесу виготовлення.
 - Впровадження змін в конструкцію виробу та технологію за даними віртуальної експлуатації виробу.
 - Уточнений розрахунок показників якості виробу та рівня конкурентоспроможності.
 - Кінцеві доопрацювання конструкції та тех-

Література

1. Новітні технології 3D-друку. [Електронний ресурс] – режим доступу <http://eprints.zu.edu.ua/1717/1/> Бідюк. pdf
2. Шабайкович, В.А. Сучасне виробництво продукції. Золоті правила якості / В.А. Шабайкович: навчальний посібник. – Львів: ЛІМ, 2014. – 330 с.

нології виробу за результатами візуалізації, розрахунків, порівнянь, зауважень.

Найбільш цікавим і плідним напрямком є перевірка як віртуальної експлуатації виробу, так і ходу протікання технологічних процесів і на підставі одержаних результатів проведення необхідних покращень в віртуальні конструкції виробів і технологічного обладнання з оснащенням, а також віртуальну технологію виготовлення.

Висновки. Відоме принципово нове виготовлення продукції, засноване на використанні поварствового створення твердого об'єкту за допомогою 3D-сканерів і 3D-принтерів. На сьогодні відомі їх різні конструкції, в тому числі навіть домашні. Для виготовлення макетів чи деталей використовуються різні матеріали від пластиків до металу та композитів. Основною перевагою такого використання є відсутність геометричних обмежень, що дозволяє отримувати досить складні форми, включаючи навіть висхідні елементи і піднутріння. Вони використовуються в самих різних областях за рахунок безлічі переваг 3D-виготовлення. Найбільш успішні фірми, які використовують таке виготовлення готових до експлуатації виробів це – 3M, Black & Decker, Cisco, Continental Tire, Hewlett Packard, IBM, LG Electronics, MIT, NASA, Pratt & Whitney, Puma, Reebok, Rolls Royce, US Army і т.д. Тепер будь-яка високотехнологічна компанія використовує пристрої Z Corporation. Правда у Львові вже є три осередки тривимірного друку: «Фабрики 3D друку», коворкінг Beta place та компанія Vigom. Грам друку коштує від 7,5 до 8,5 грн., залежно від якості, а година роботи 3D-принтера – 100 грн. Подібні малі осередки є у Києві та Харкові. Матеріали про промислове впровадження 3D-виготовлення в Україні поки що невідомі. На жаль прогресу застосування 3D-виготовлення в Україні ще не спостерігається, оскільки він залежить тільки від загального стану економіки в країні. На все потрібно значне фінансування навіть при виробничому впровадженні відомих розробок, що в майбутньому в Україні практично неможливе.