УДК 62-523.8

Д.В. Мареев, И.Б. Челпанов
Санкт-Петербургский государственный политехнический университет, Россия
Тел. +7 (812) 5529686, e-mail: automats@inbox.ru

ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ТЕХНОЛОГИИ И КОНСТРУКЦИИ МЕХАТРОННЫХ УСТАНОВОК БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПУТЕМ ИНТЕГРАЦИИ ОБРАБАТЫВАЮЩЕГО И СКАНИРУЮЩЕГО МОДУЛЕЙ

В статье описывается инновационное предложение по совершенствованию мехатронной установки быстрого прототипирования. Автор предлагает совместить технологию быстрого прототипирования FDM, суть которой заключается в послойном наложении расплавленного полимера с последующим застыванием, с 3D-сканирующим модулем и фрезерной обрабатывающей головкой. Подобная комбинация позволит оперативно вносить изменения в макет при изменении трехмерной компьютерной модели и наоборот. Данное предложение позволит ускорить процесс проектирования деталей и улучшить их эстетические и эргономические показатели.
Ключевые слова: *мехатроника, прототипирование, 3D-сканирование, макетирование, фрезерование.*

Введение

Процесс дизайн-проектирования нового промышленного изделия существенно ускоряется благодаря введению новых технологий. Когда в начале 1980-х годов к процессу создания объектов был подключен компьютер, стала вырисовываться перспектива полного отказа от макетирования. Но как показала практика, трудно оценить изделие только по изображению на экране, пусть даже в режиме «стерео». Необходимо почувствовать его в руках, оценить поверхности, сравнить с уже имеющимися на рынке образцами. Для создания моста между трехмерной компьютерной моделью и макетом были созданы технологии быстрого прототипирования (RP), суть которых заключалась в разбиении компьютерной модели на слои и последующем воссоздании объекта в полимере или металле без непосредственного участия человека (рис. 1). Подобная технология позволила значительно ускорить процесс создания макета будущего изделия и свести к минимуму искажения, которые определенно привносит модельщик. Кроме того, появилась возможность создания сложных форм, недоступных прежде при использовании традиционных методов проектирования и макетирования. Установки быстрого прототипирования были закуплены ведущими российскими предприятиями, занимающимися выпуском различной продукции: от приборостроения до автомобилестроения. [1] Это позволило не только сократить сроки проектирования, но и улучшить эстетические и эргономические показатели готовой продукции. Преимущества технологий быстрого прототипирования: сокращение длительности технической подготовки производства новой продукции в 2-4 раза; значительное повышение гибкости производства; снижение себестоимости продукции, особенно в мелкосерийном и единичном производстве в 2-3 раза; повышение конкурентоспособности производства; сквозное использование компьютерных технологий, интеграция с системами САПР. [2]

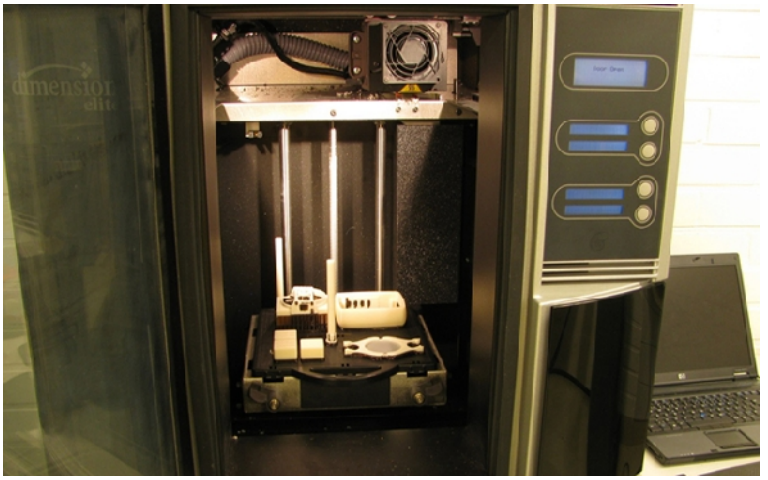

Рис. 1. Установка быстрого прототипирования Stratasys Dimension

Основное содержание и результаты работы

Перспективным направлением дальнейшего развития технологии является сочетание такой технологии с трехмерным сканированием реальных объектов. Напечатанный на установке RP макет может быть подвергнут механической обработке, после чего видоизмененная трехмерная модель отправляется обратно в компьютер посредством сканирования. В перспективе должна быть налажена взаимная связь между трехмерной компьютерной моделью и реальным макетом, и каждое изменение в одной части должно быть повторено в другой (рис. 2). Очевидно, что для воплощения этой технологии установка быстрого прототипирования и трехмерное сканирующее устройство должны быть соединены в единой мехатронной системе.

Изменение компьютерной трехмерной модели посредством внесение уточнений в реальный макет будет выглядеть следующим образом. В готовый макет вносятся изменения (добавляются элементы, убирается лишний материал), после он фиксируется вновь на макетном столе и ставится в совмещенную мехатронную установку (RP и 3D-сканер). Происходит сканирование макета и сравнение его с компьютерной моделью. Пользователь выбирает необходимый уровень точности и сглаживания, и компьютерная модель обновляется до новой версии, полностью соответствующей реальному макету. 3D сканер RVScanner позволяет сканировать с высокой детализацией как миниатюрные(< 5 см), так и довольно крупные объекты (> 1 м). [3]

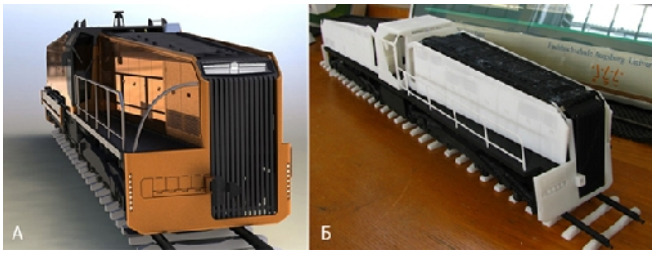

Рис. 2. А – трехмерная компьютерная модель, Б - прототип, полученный на установке быстрого прототипирования

Синхронный апдейт может происходить и со стороны изменения компьютерной модели. В этом случае выполняется макет, выявляются недостатки. Макет снова закрепляется на макетном столе, ставится в установку и сканирующее устройство проверяет точность ее размещения, внося коррективы в координатную систему манипулятора печатающей головки. В трехмерную компьютерную модель вносятся уточнения, и установка быстрого прототипирования обрабатывает макет. При этом возникают две проблемы: печать на

неплоском основании (одна из граней макета) и удаление лишнего материала из реальной модели.

Проблема печати на неплоском основании решается высокоточным сканированием и печати с учетом неровностей на данном участке. Удаление же лишнего материала возможно двумя способами. В первом случае пользователь самостоятельно срезает лишний материал с запасом, чтобы затем установка нарастила макет до нового значения толщины. Во втором – предлагается применить трехкоординатную прецизионную фрезерную головку, которая и будет срезать материал в соответствии с изменениями компьютерной модели (рис. 3). При этом необходимо учитывать, что с увеличением скорости большая часть энергии резания переходит в тепло, что недопустимо при обработке плавких материалов, так как при этом он размягчается и налипает на режущие лезвия. [4] Погрешность высокоточных гравировально-фрезерных станков достигает 0,02 мм [5], что на порядок выше, чем требуется для выполнения подобной операции с макетом. Необходимые характеристики обрабатывающего модуля напрямую зависят от требуемой точности конечного изделия и геометрических характеристик рабочей области. Рекомендуется применять фрезеровочные мехатронные системы с тремя степенями подвижности (линейное перемещение по трем осям). Кроме того, в установке должна быть предусмотрена пневматическая система для удаления стружки , попадание которой на поверхность макета в момент нанесения полимера из печатающей головки может привести к искажению геометрических характеристик детали. Сканирующий модуль должен проверять чистоту поверхности и блокировать начало печати до полной очистки.

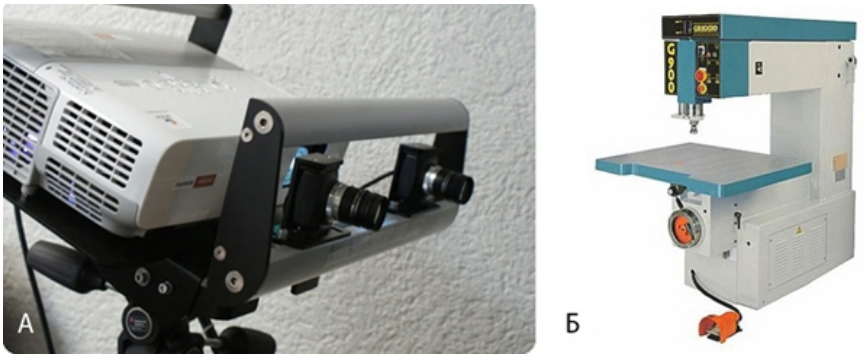

Рис. 3. А - 3D сканер RVScanner, Б - станок с верхней фрезерной головкой Griggio G900

Заключение

Вышеприведенные инновации позволят оперативно и без дополнительных затрат править проектируемое изделие, корректировать эргономические и эстетические характеристики, добиться еще более тесного контакта компьютерных технологий и реальных производственных систем. Кроме того, в зависимости от задачи могут создаваться различные комбинированные установки. Например, могут сочетаться модули RP и 3D сканер, что позволит менять только компьютерные трехмерные модели при изменении макетов. Также могут добавляться и другие устройства: лазерное гравирование, токарная обработка, резка струной, голографическая стереоустановка и прочее, в зависимости от конкретного типа работы.

Если сравнить процесс создания второго, измененного макета на предлагаемой установке с прототипированием на обычной машине FDM, то предполагаемая

экономия материала составит от 30 до 90%, экономия времени достигнет 60-80%, расход электроэнергии уменьшится на 5-20%, при этом внешний вид макета и его механические характеристики останутся на том же уровне. Подобные свойства установки делают ее возросшую стоимость приемлемой при большом объеме производимых макетов и их модификаций.

В настоящее время все вышеперечисленные устройства работают как самостоятельные системы, зачастую связанные с управляющим компьютером. Но автор делает предположение, что соединенные воедино они дадут синергетический эффект, добившись перехода проектирования изделий на новый уровень.

Список литературы:

1. http://www.fian.smr.ru/rp/link-r.html
2. http://www.wikipedia.org/Быстрое_прототипирование
3. http://www.rangevision.ru
4. Шевченко В.И. Фрезерование комбинированных бескламмерных протезов / В.И. Шевченко, Л.С. Захарова, В.Д. Попов // Медицинский бюллетень. – 2008. – №4 (17).
5. http://www.cnc-machine.ru/fields/miniaturnie-detali

Надійшла до редколегії 31.01.2012.

Д.В. Мареев, І.Б. Челпанов

ПЕРСПЕКТИВИ РОЗВИТКУ ТЕХНОЛОГІЇ І КОНСТРУКЦІЇ МЕХАТРОННИХ УСТАНОВОК ШВИДКОГО ПРОТОТИПУВАННЯ ШЛЯХОМ ІНТЕГРАЦІЇ ОБРОБЛЮЮЧОГО І СКАНУЮЧОГО МОДУЛІВ

У статті описується інноваційна пропозиція по вдосконаленню мехатронної установки швидкого прототипування. Автор пропонує поєднати технологію швидкого прототипування FDM, суть якої полягає в поступовому накладенню розплавленого полімеру з подальшим застиганням, з 3D-скануючим модулем і фрезерною обробною голівкою. Подібна комбінація дозволить швидко вносити зміни в макет при зміні 3D комп'ютерної моделі і навпаки. Ця пропозиція дозволить прискорити процес проектування деталей і поліпшити їхні естетичні та ергономічні показники.

Ключові слова: *мехатроніка, швидке прототипування, 3D-сканування, макетування.*

D.V. Mareev, I.B. Chelpanov

THE PROSPECTS FOR DEVELOPMENT OF TECHNOLIGY AND CONSTRUCTION OF THE MECHATRONIC RAPID PROTOTYPING BY INTEGRATING MANUFACTURING AND SCANNING MODULES

This article describes an innovative proposal to improve the mechatronic system of Rapid Prototyping. The author proposes to combine the technology of Rapid Prototyping FDM (Fused deposition modeling) with 3D-scanning module and the manufacturing of milling head. This combination allows making changes to the layout when the three-dimensional computer model changes and vice versa. The proposal will accelerate the design of parts, and improve the aesthetic and ergonomic properties.

Keywords: *mechatronics, rapid prototyping, 3D-scanning, layout.*