

в этом направлении были начаты относительно недавно, так что о каких-то конкретных промышленных результатах говорить ещё рано. Тем не менее, это перспективная область развития почти любого производства, которая вскоре окажет существенное влияние на нашу с вами жизнь [3].

Список использованных источников

1. Каллистер У.Д., мл. (Пер. с англ. под ред. А.Я. Малкина), «Материаловедение от технологии к применению (металлы, керамики, полимеры)», [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://plastinfo.ru/information/articles/368> – Дата доступа 04.11.2019.
2. Василий Макаров, «Умные материалы: будущее мировой промышленности», [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/technologies/267732-umnye-materialy-budushchee-mirovoy-promyshlennosti/> – Дата доступа 04.11.2019.
3. Журнал МФТИ, Что умеют «Умные» полимеры: панацея будущего, [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.popmech.ru/science/496522-chto-umeют-umnye-polimery-panaceya-budushchego/#part0> – Дата доступа 04.11.2019.

УДК 62-1/9

ПРОТОТИПИРОВАНИЕ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ ПРОИЗВОДСТВА

Козловский Е.А., Леошко А.Н., Старотиторова Я.В.

Филиал БНТУ «Минский государственный политехнический колледж»

Abstract. *This article deals with the various methods of prototypes and their types at engineering enterprises of the Republic of Belarus. Prototyping is the technology for quick creation pilot samples or a working model of a system to demonstrate to the customer or verify the feasibility.*

Статья написана с целью ознакомления с различными способами создания прототипов на машиностроительных предприятиях Республики Беларусь. Задача статьи – выдвигание предложений о внедрении различных способов прототипирования в использование на современных предприятиях, а также для изучения в учебные заведения. Объектом статьи являются современные методы прототипирования.

Прототипирование – технология быстрого создания опытных образцов или работающей модели системы для демонстрации заказчику или проверки возможности реализации. То есть, можно смело заявить, что оно позволяет наиболее ярко отразить детальную картину внутреннего и наружного устройства системы готового продукта, что даёт возможность более точного определения возможностей готового продукта. Этот процесс используется в машиностроении, приборостроении, программировании и во многих других технических областях. Прототипирование объектов с помощью формирования их 3D моделей начало активно развиваться примерно в 80-е года. Ранее прототипы объектов создавали либо снятием стружки с заготовки (точением, фрезерованием и т.п), либо изменением формы заготовки (прессованием, штампованием и т.п.) [1,3]. В современном же мире прототипировании возможно за счет использования различных САД-программ (в русской аббревиатуре САПР) – системных комплексов для проектирования, с помощью которых автоматизируют задачи на разных стадиях изготовления промышленной продукции [2,58].

Статья будет являться актуальной за счет того, что в современном машиностроении значительную роль играет технологическая конкуренция, а оперативное создание и оценка прототипов новой продукции, с использованием современных цифровых технологий, позволит компаниям-производителям значительно превосходить своих конкурентов, путем снижения времени, а также материальных затрат и ресурсов на их производство.

В современном мире процесс создания прототипа начинается с создания компьютерной модели в программах 3D-моделирования, которые предполагают создание мо-

делей деталей и конструкций, их расчёт и последующее формирование программ для станков ЧПУ и 3D-принтеров. Среди наиболее известных программ 3D-моделирования можно выделить: Autodesk Inventor, AutoCAD, SolidWorks, Fusion 360, Mastercam, Wings3D [3,112].

После создания модели объекта в программе производится процесс создания его физического прототипа. Наибольшего прогресса и распространения получили технологии послойного формирования трехмерных объектов, согласно их компьютерным образцам [4,18]. В основном технология создания прототипа различается по прототипирующему материалу, а также способу его нанесения. Наибольшее распространение получили такие виды как: стереолитография, лазерное спекание, FDM-технология.

FDM-технология – подразумевает создание трехмерных объектов за счет последовательного послойного нанесения и спекания термопластов (к ним относится воск, поликарбонат, различные виды высокопрочных пластиков и т.п.), согласно контурам цифровой версии объекта [6,142]. Как правило, термопласты представлены в виде катушек и прутков, которые закрепляются в экструзионной головке, при проходе через которую термопласты принимают полурасплавленный вид. Процесс заключается в выдавливании микрокапель расплавленного термопласта через экструдер, с последующим образованием слоев объекта. Принцип работы оборудования с данной технологией схож с работой станков с ЧПУ: траектория обработки строится системой автоматизированного проектирования (САП), а сам инструмент способен перемещаться в тройной системе координат X, Y, Z. Данная технология является довольно дешевой и очень гибкой, однако при наличии резких углов наклона необходимо использование дополнительных опор, которые создаются в процессе печати и отрезаются после нее.

Стереолитография – один из самых старых (появился в 80-е) и распространенных методов прототипирования. Свое распространение получил за счет скорости производства продукции (4-7 мм/час по высоте модели). Особенностью данного метода является то, что прототипирующим материалом выступают жидкие фотополимеры (вещества, затвердевающие под воздействием ультрафиолетового излучения) [5,123]. Сам процесс происходит на подвижной платформе, на которой тонкими слоями (около 0,1 мм) объект формируется из жидких фотополимеров под воздействием лазерного излучения. После формирования объекта лазер воздействует на его стенки, тем самым вызывая затвердевание фотополимера. После процесса затвердевания на стенках могут оставаться излишки, которые очищают в ваннах со специализированными растворами. Наконец, объект поддается финальному мощному ультрафиолетовому излучению для окончательного затвердевания. Среди недостатков данного метода можно выделить дороговизну оборудования.

Одним из видов стереолитографии можно считать лазерное спекание. Данный способ заключается в последовательном спекании порошкового материала по контуру необходимого объекта с помощью лазерного луча. Порошки могут быть из различных полимеров, керамики, металла. Данный способ – основной способ создания металлических прототипов.

На практике данные методы приобретают все большее и большее распространение. 3D принтеры на сегодняшний день использует множество предприятий, таких как «Атлант», «МТЗ», «Аэромаш», «МЗКТ» и т.п. К примеру, Минский завод холодильников использует FDM-технология печати для создания сложных гофрированных шлангов, а на МЗКТ есть отдельный экспериментальный цех, в котором постоянно разрабатываются новые изделия гражданского и военного профиля. Именно поэтому изучение прототипирования и различных САД-систем необходимо как можно активнее внедрять во все образовательные учреждения, с целью повышения квалификации студентов и учащихся. С этой целью 3D принтеры активно используют некоторые учреждения

образования. Например, на территории Технопарка БНТУ «Политехник» есть мастерские и лаборатории FabLab, в котором расположены различные 3D принтеры, лазерные резачки, сканеры и другие устройства с помощью которых возможно наглядно продемонстрировать студентам различные сложные детали, визуализируя все то, что можно создать в САМ-программах. Помимо этого, в лабораториях любое физическое лицо имеет возможность ознакомиться с работой и попробовать использовать 3D принтер, создав на нем прототип своей идеи, для того чтобы воплотить свой проект в жизнь и найти инвестора для своего проекта. На основании этого можно заявить, что прототипирование является неотъемлемой частью промышленности как Республики Беларусь, так и всего мира, так как оно делает процесс визуализации деталей наиболее простым, быстрым и гибким.

Подводя итог, можно выделить такие достоинства прототипирования как: значительное сокращение технической подготовки производства по выпуску новой продукции, повышение гибкости производства, повышается конкурентоспособность предприятий и т.п. Помимо достоинств, можно выделить такие недостатки, как: высокая цена оборудования и материалов, время получения готовых моделей, низкую прочность моделей (при использовании хрупких материалов). Однако, часть данных недостатков с течением времени устраняется. К примеру, оплатив стоимость 3D принтера и активно применяя его при проектировании новых образцов продукции, предприниматель значительно уменьшает шанс брака продукции, а также имеет возможность проверки реализации готовой продукции, следовательно, увеличится прибыль предприятия. Со временем это покроет все затраты и начнет приносить прибыль, особенно в условиях единичного и мелкосерийного производства, в которых проектирование новой продукции является важной частью работы технолога.

Из всего выше перечисленного можно установить, что перспектива использования прототипов на практике является наиболее экономически эффективной в единичном и мелкосерийном производстве, т.к. позволяют затрачивать меньше времени и средств на визуализацию новой продукции.

Список использованных источников

1. Официальный сайт Wikipedia [Электронный ресурс]. – Электронные данные. – США, 2019 – Режим доступа: https://ru.wikipedia.org/wiki/Быстрое_прототипирование – Дата доступа: 12.02.2019.
2. Будко А.О. Основы моделирования в САПР NX. Учебное пособие/ А.О. Будко [и др.]: под ред. издательства Инфра-М. – Москва, 2016. – 208 с.
3. Петров Ю.В. Системы автоматизированного проектирования электронных устройств и систем (E-CAD / EDA-системы): учебное пособие / Ю.В. Петров [и др.] под ред. О.В. Алексеева. – Москва: Инфра-М, 2014. – 120 с.
4. Воронина, М.В. Компьютерная графика в системе Autocad / М.В. Воронина [и др.] под ред. В.А. Меркуловой. – Москва, 2017. – 208 с.
5. Косенко, И.И. Моделирование и виртуальное прототипирование. Учебное пособие / И.И. Косенко [и др.] под ред. – Москва: ИНФРА, 2012. – 176 с.
6. Тодд, Р. Прототипирование. Практическое руководство / Р. Тодд [и др.] под ред. Манн, Иванов и Фербер – Москва, 2013. – 240 с.