

МОДЕЛИРОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ 3D ПЕЧАТИ В УПРАВЛЕНИИ КАЧЕСТВОМ ПОСТРОЕНИЯ ФИЗИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ОБЪЕКТА

На текущий момент увеличение производительности за счет компьютерной автоматизации производства с использованием цифровых прототипов нашло свое отражение в становлении и развитии технологий аддитивного производства, еще известных как «Послойный синтез». Модели изделий создаются путем наслаивания вещества, и при малой толщине печатного слоя, модель очень близка к своему прототипу и заданным параметрам в цифровом прототипе. В статье рассмотрены аспекты моделирования процессов послойного синтеза и функционирование аддитивной установки.

Ключевые слова: контроль, обеспечение качества, аддитивные технологии, аддитивная установка, моделирование процессов.

A. V. Chabanenko

MODELING OF 3D PRINTING PROCESSES IN QUALITY MANAGEMENT OF THE CONSTRUCTION OF A PHYSICAL MODEL OF AN OBJECT

Currently, there is the possibility of increasing the productivity and development of technologies for additive manufacturing, also known as "Layer Synthesis". The printed layer, the model is very close to its prototype and set parameters in the digital prototype. The article discusses aspects of modeling the processes of layer-by-layer synthesis and the operation of an additive unit.

Keywords: control, quality assurance, additive technologies, additive installation, process modeling.

Введение

Моделированием можно назвать замену одного предмета другим. Процесс моделирования состоит из трёх элементов: субъект (исследователь), объект и модель, отражающая связь объекта и субъекта. Модель должна быть в какой-то мере схожа к исследуемому объекту и учитывать его особенности, что необходимо использовать в аддитивном производстве. Имитационные модели разрабатываются при помощи специального программного обеспечения, в котором используются различные языки моделирования.

Аддитивные технологии на сегодняшний день одни из наиболее динамично развивающихся видов "цифрового" производства. Они позволяют добиться ускорения решения задач подготовки и настройки производства и уже активно применяются и для производства готовой продукции.

1. Аддитивное оборудование применяемое в послойном синтезе

Установки с несколькими экструдерами дают возможность производить несколько идентичных объектов лишь по одной цифровой модели, но в то же время позволяют использовать различных материалов и цветов с различными свойствами. Скорость печати и синтеза вырастает пропорционально количеству печатающих головок. Кроме того, достигается определенная экономия полимеров и временных ресурсов за счет использования общей рабочей камеры, зачастую требующей подогрева. Вместе, эти два момента снижают себестоимость процесса печати. Но требует обеспечения контроля температурных режимов печати которое целесообразно осуществлять посредством системы допусков, базируясь на датчиках аддитивной установке.

Для обеспечения качества процесса построения физической модели объекта необходимо построить модель функционирования 3D принтера в системе в системе Abaqus

Unified FEA.

Это простой симулятор декартового робота с 3 степенями свободы. Этот код в основном отображает робота базируясь на технических характеристиках и обновляет чертеж, основываясь на отношениях между звеньями и двигателями. Результаты моделирования на физических моделях могут быть визуализированы с использованием этой модели. Модель можно использовать в качестве интерфейса небольшого прототипа, основанного на микроконтроллере Arduino. Поэтому параметры двигателя, резьба, звено, размеры площадки приведены к единому виду. Виды аддитивных установок, использованные в качестве набора данных представлены на (рис. 1)[1].

- picaso 3d designer pro 250
- 3D-принтер Wanhao Duplicator i3



Рис. 1 Типы аддитивных установок, использующие 3 степени свободы.

2. Построение модели функционирования аддитивной установки

Модель автоматизированной установки послойного синтеза представлена на (Рис.2).

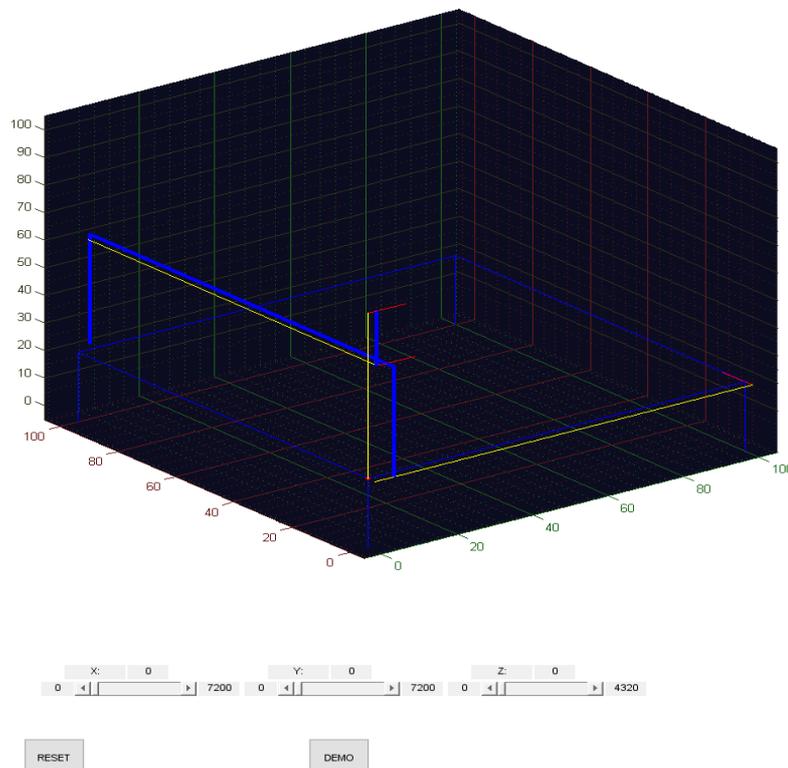


Рис. 2. Модель автоматизированной установки послойного синтеза

При конструировании модулей выполнены следующие работы:
 -изучение функциональных схем с целью выявления одинаковых по назначению подсхем и унификации их структуры в пределах конкретного изделия;
 -выбор конструктива;
 -конструирование печатной платы;
 -выбор способов защиты модуля от перегрева и внешних воздействий.
 Что закладывалось в модель программы (рис. 3).

DRAW	51.0022	51.0022	51.0022
drawing	7000x3 double	1.5682...	89.9998
ee_motor_x	282.0574	282.05...	282.05...
ee_motor_y	2.8112e+03	2.8112...	2.8112...
ee_motor_z	2.5002e+03	2.5002...	2.5002...
ee_x	3.9175	3.9175	3.9175
ee_y	39.0442	39.0442	39.0442
ee_z	54.7256	54.7256	54.7256
fig	1	1	1
fr_height	20	20	20
fr_up2_x0	6.4175	6.4175	6.4175
fr_up2_x1	6.4175	6.4175	6.4175
fr_up2_y0	39.0442	39.0442	39.0442
fr_up2_y1	39.0442	39.0442	39.0442
fr_up2_z0	60	60	60
fr_up2_z1	80	80	80
fr_up_x0	8.9175	8.9175	8.9175
fr_up_x1	8.9175	8.9175	8.9175
fr_up_y0	-2.5000	-2.5000	-2.5000
fr_up_y1	102.5000	102.50...	102.50...

Рис. 3. Фрагмент программы

Использование аддитивных технологий позволяет закладывать качественные характеристики в конструкцию корпуса РЭА экранирование электромагнитных полей узлов радиоэлектронной аппаратуры и их соединений при использовании токопроводных материалов.

При формировании корпуса РЭА необходимо учитывать те показатели, которые влияют на производство корпусных элементов.

Для сохранения нужного крутящего момента выбирается ШД с возможно большим моментом удержания, который зависит от напряжения питания. Дело в том, что производитель указывает минимальное напряжение для ШД при котором тот начинает вращаться без нагрузок. Максимально допустимое напряжение может быть вычислено по формуле:

$$U_{\max} = 1000 \cdot \sqrt{L_{\text{шд}}}, \quad (1)$$

где $L_{\text{шд}}$ индуктивность одной фазы шагового двигателя.

Практика показывает, что оптимальным напряжением будет значение $\sim 80\%$ от полученного.

$$U_{\text{оптим.}} = U_{\max} \cdot 0,8 \quad (2)$$

В процессе проектирования схемы управления нужно четко представлять, какие задачи она должна решать. В нашем случае за основу конструкции был выбран дельта-робот. Для того чтобы система успешно функционировала, необходимо решать две задачи, а именно обратную (инверсную) и прямую задачи кинематики. В первом случае заранее известна позиция, в которую должен быть перемещен экструдер 3D-принтера. Во втором случае известны углы, на которые повернуты позиционирующие механизмы системы и необходимо найти положение рабочей платформы в пространстве.

На (рис. 4) представлен этап проектирование корпусного элемента для последующего послойного синтеза.

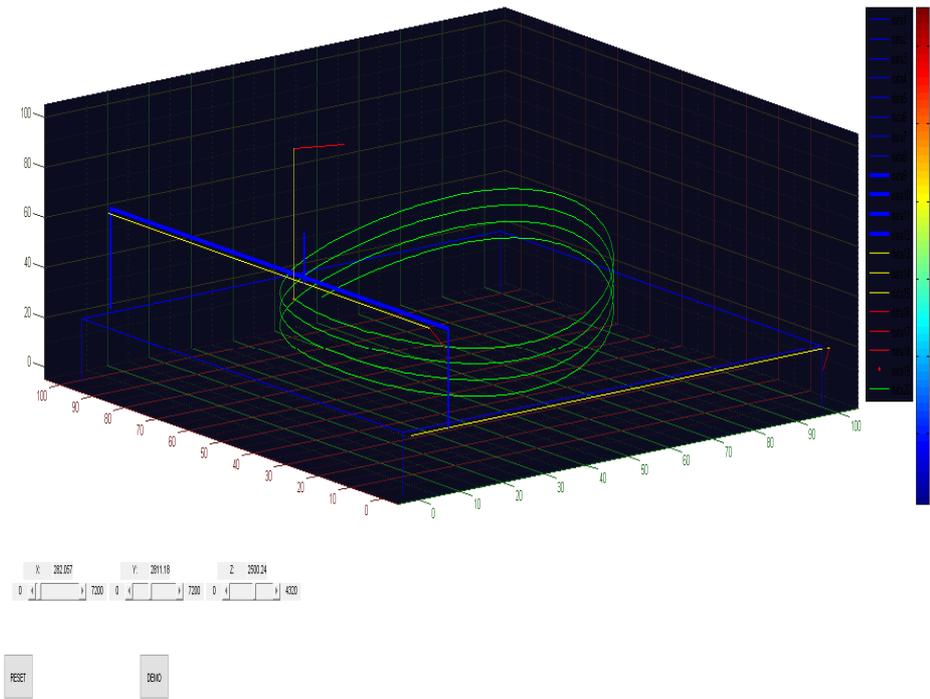


Рис. 4. Модель автоматизированной установки на этапах послойного синтеза

Тип производства определяют из анализа конструкции РЭА, программы выпуска и действительного годового фонда рабочего времени. Для определенного типа производства выбирают оптимальные методы сборки, необходимые оборудования и оснастку. Тип производства устанавливают с помощью коэффициента серийности

$$k_c = K_o \div n_p, \quad (3)$$

где K_o - это количество сборочных операций по технологическому процессу; n_p - число рабочих мест, необходимых для выполнения процесса сборки

$$n_p = \frac{N_t \sum_{i=1}^{K_o} T_{um.i}}{60k\Phi_D}, \quad (4)$$

где N_t - это годовой объем выпуска РЭА, шт.; $\sum_{i=1}^{K_o} T_{um.i}$ трудоёмкость сборки РЭА, мин; $T_{um.i}$ - норма штучного времени i -й сборочной операции, мин; k - коэффициент выполнения норм в процессе сборки; Φ_D - действительный годовой фонд времени, ч. Значения $k_c \leq 1$ соответствует массовому производству, $k_c = 1$ - серийному производству, $k_c > 1$ - для небольших программ и единичного производства. Аддитивное производство применимо к серийному и единичному производству корпусных элементов РЭА.

Оценка результативности применения аддитивного производства корпусных элементов РЭА.

Формула оценки результативности процессов:

$$R = \sum B_i, \quad (5)$$

где: R – оценка; B_i - количество баллов.

3. Показатели аддитивного производства направленные на качество изделия

Для управления и повышения качества процесса послойного синтеза аддитивной установки с использованием аддитивных технологий выявлены показатели, которые необходимо учитывать в процессе печати (табл. 1) и имеющая вид (рис. 3).

Таблица 1 - Показатели качества учитываемые в аддитивном производстве

Наименование показателя качества	Обозначения качества	Наименование характеризуемого свойства
Температура размягчения	°С	Устойчивость к температурному воздействию
Усадка	%	Размерность
Продолжительность пластично-вязкого состояния	с	Скорость печати
Текучесть	мм	Точность печати

Произведен анализ отдельных элементов производственного процесса, а затем предложены пути совершенствования.

Правильное понимание причин не результативности организации на уровне отдельных операций позволяет устранить или сократить затраты на выполнение операций, не создающих добавленной ценности в процессе.

Стоимость изготовления детали достаточно высока, и в зависимости от сложности изделия вопрос эффективности применения этого метода требует отдельной проработки [2].

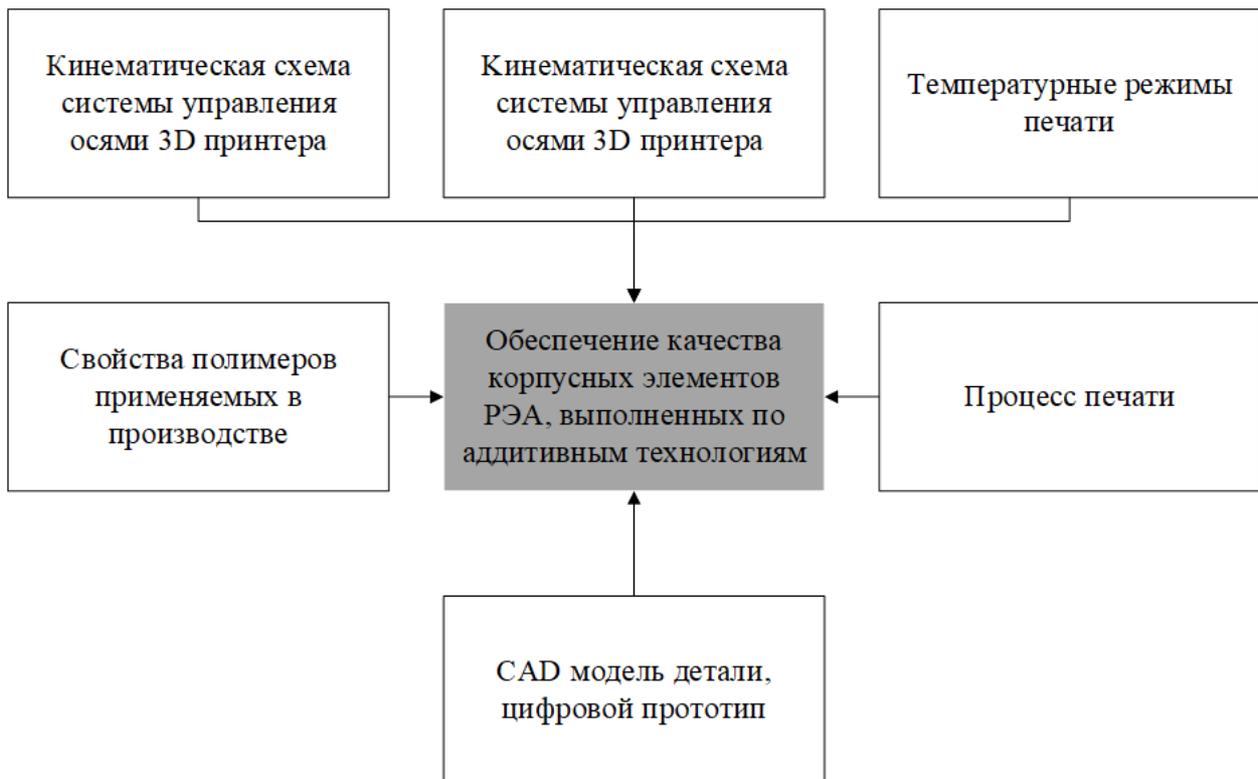


Рис. 5. Факторы влияющие на обеспечение качества аддитивного производства корпусов РЭА

При соблюдении требований, к полимерам, которые планируется применять в послойном синтезе и учёте момента гомогенизирования, который достигается путём соблюдения температурных режимов, получится достичь требования к качеству изделий,

произведённых при помощи аддитивного производства.

Применение аддитивных технологий позволяет включить в этап «Проектирование» этапы «Модель», «Чертеж» и «Оснастка». Этап «Оснастка» не требуется в процессах с использованием аддитивных технологий, так оборудование не требует оснастки. Этапы «Проектирование» и «Печать» объединяют в себе большую часть процессов традиционной технологии. как на этапе «Проектирование» в 3D-модели всё учтено и оборудование не требует оснастки. Этапы «Проектирование» и «Печать» объединяют в себе большую часть процессов традиционных технологий производства корпусных элементов.

Выводы

Благодаря моделированию процессов послойного синтеза 3D печати и учёту особенностей технологии и этапов производства, получается обеспечить качество построения физической модели объекта. Обеспечение качества в аддитивном производстве позволяет добиться экономии полимеров и сокращения времени подготовительных этапов печати.

Список литературы:

1. Управление качеством корпусных элементов РЭА / А. В. Чабаненко // РИА: Журнал: «Стандарты и качество». 2018. №2. С. 90-94.
2. Экспертный метод выбора модели 3d-принтера, пригодной для опытного/мелкосерийного производства в приборостроении Щеников Я.А. Радиопромышленность. 2017. № 2. С. 107-112.

References:

1. Quality management basic REA elements / A. V. Chabanenko // RIA.: "Standards and quality". 2018. № 2. pp. 90-94.
2. The expert selection method of model 3d printer, suitable for experienced/small batch production in instrument J. A. Sennikov radio industry. 2017. № 2. pp. 107-112.

Статья поступила в редколлегию 18.02.19.

*Рецензент: д.т.н., доцент Брянского государственного технического университета
Аверченков А.В.*

Статья принята к публикации 25.02.19.

Сведения об авторах

Чабаненко Александр Валерьевич
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения»,
Аспирант кафедры № 5 инноватики и интегрированных систем качества
ФГАОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный университет аэрокосмического приборостроения», ул. Большая Морская, д. 67, лит. А, Санкт-Петербург, 190000, Россия
Телефон (раб.) 8-952-364-24-76
Телефон (дом.) 8-952-364-24-76
E-mail: chabalexandr@gmail.com

Information about authors:

Chabanenko Alexander Valerievich
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, Post-graduate student of the Department No. 5«Innovation and integrated quality systems»
Saint-Petersburg State University of Aerospace Instrumentation, BolshayaMorskaya, 67, lit. A, St. Petersburg, 190000, Russia
Tel.: (office) 8-952-364-24-76
Tel.:(home) 8-952-364-24-76
E-mail: chabalexandr@gmail.com