

ИНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ И ТЕХНОЛОГИИ

УДК 69:004:356:2

РАЗРАБОТКА ПРОГРАММЫ РАСЧЕТА ПАРАМЕТРОВ 3D-ПЕЧАТИ ИЗ ТЕРМОПЛАСТИКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ МОДЕЛЬНОЙ ОСНАСТКИ

© 2019 А. Е. Бутырский, Н. М. Токарева, А. Н. Зеленина

Воронежский институт высоких технологий (г. Воронеж, Россия)

Объектом исследования является применение аддитивных технологий для изготовления опытных образцов технологической оснастки под требования технологического процесса литья. Эта методика имеет массу преимуществ перед традиционными технологиями. Предметная область - разработка математической модели выбора параметров 3D-печати из термопластика для изготовления модельной оснастки и реализации программного решения, выполняющего вычисления данных параметров. Потенциальные потребители разрабатываемого продукта – это промышленные предприятия нефтегазового сектора, машиностроительные предприятия, использующие в своем производственном процессе литейное производство, предприятия литейного производства. Сферы применения программного продукта: изготовление модельной и технологической оснастки для литья металлов в холодно-твердеющие смеси (ХТС); изготовление модельной и технологической оснастки для литья металлов в песчано-глинистые формы (ПГФ); изготовление модельной и технологической оснастки для литья металлов в песчано-глинистые формы (ПГФ) с химически активным связующим; изготовление модельных матриц для литья по газифицируемым моделям.

Ключевые слова: 3D-печать, литьё, литейная оснастка, термопластик, аддитивные технологии.

Аддитивные технологии (AF – Additive Manufacturing) или технологии послойного синтеза сегодня – одно из наиболее динамично развивающихся направлений «цифрового» производства. В зарубежной литературе они получили название процессов быстрого прототипирования и производства (Rapid Prototyping and Manufacturing, RPM). Технологические процессы послойного синтеза позволяют построить прототип или физическую модель изделия сложной формы в соответствии с компьютерной 3D-моделью. Основное отличие ТПС (Технологии послойного синтеза) от традиционных методов обработки деталей на станках с числовым программным управлением заключается в

том, что модель (деталь или изделие) создается аддитивным методом (addition), а не деструкцией материала от заготовки с помощью инструмента т. е. режущим клином. Аддитивный метод предполагает послойное наращивание тела изделия при точном объеме (3D) воспроизведении формы, независимо от сложности её поверхностей.

Технология быстрого создания прототипов состоит из двух основных этапов [1]:

- получение математической 3-мерной (3D) модели изделия;
- изготовление прототипа изделия одним из существующих методов.

В настоящее время аддитивные технологии (технологии 3D печати) разделяются на 4 основные категории [2]:

- Экструдирование – выдавливание расплавленного материала.
- Фотополимеризация – отверждение полимера УФ или лазерным излучением.

Бутырский Артем Евгеньевич – Воронежский институт высоких технологий, студент.
Токарева Наталия Михайловна – ООО «3Д комплекс», генеральный директор, tokkarrewwa_561@mail.ru.
Зеленина Анна Николаевна – Воронежский институт высоких технологий, к. т. н., доцент, snakeans@gmail.com.

- Печать методом спекания и плавления материалов.

- Ламинирование – склеивание слоев материала с последующим вырезанием.

На сегодняшний день самой распространенной аддитивной технологией является экструзия материала или – моделирование методом наплавления (Fused Deposition Modeling, FDM) пластиковой нити. Окончание патентной защиты данного метода позволило значительно увеличить количество производителей оборудования и существенно снизить стоимость оборудования. Учитывая невысокую рыночную стоимость оборудования, разработчики и производители не видят целесообразности вкладывать средства в технологическую отработку режимов 3D печати с учетом различных характеристик материалов и разработку методики, предполагая, что пользователь будет это делать самостоятельно.

С появлением новых методов аддитивных технологий (металлических, фотополимерных и т. п.) внимание науки сконцентрировалось на более сложных методах, что незаслуженно отодвинуло FDM-технологию в разряд технологии, не подходящей для промышленности. На сегодняшний день FDM технология находит свое применение в основном для прототипирования, бытового применения и образования.

Однако возможности FDM технологии значительно шире. При правильном выборе параметров 3D печати, учитывая характеристики материалов (тип, структура, цвет, чистота и т.п.) и параметры окружающей среды, FDM технология позволяет изготавливать детали промышленного назначения, по своим качественным характеристикам не уступающим деталям, изготовленным традиционными способами, а зачастую и превосходящим (сложность геометрии, прочностные характеристики, чистота поверхности и т. п.) [3].

Преимущества технологии 3D-печати по технологии FDM:

- скорость и простота изготовления моделей;
- доступность;
- безопасность, экологическая чистота и нетоксичность большинства материалов;
- точность построения;
- простота использования и обслуживания;
- прочность деталей;
- простота утилизации.

В качестве расходного материала в 3D-принтерах используется пластик. Существует большое число материалов, которые исследовались на предмет использования в 3D-принтерах, и на сегодняшний день основную роль в этой нише занимают два пластика – ABS и PLA. Оба материала – термопласты, т. е. они становятся мягкими и пластичными при нагревании, а при охлаждении затвердевают. Несмотря на большой ассортимент термопластов для прототипирования используются лишь немногие из них. Материалы, проверяющиеся на пригодность в этой области, должны пройти несколько тестов: первоначальное экструдирование пластика в нить, вторичное экструдирование и привязка к контуру в процессе печати и, наконец, оценка полученного результата. Кроме того, они должны отличаться точностью изготовления, прочностью и термостабильностью, не впитывать влагу, не деформироваться и не давать усадку.

Разрабатываемый программный продукт является средством для подбора параметров 3D печати и сырья для изготовления опытных образцов технологической оснастки под требования технологического процесса литья. Он нацелен на решение некоторых задач промышленных предприятий, работающих в отрасли литейного производства:

Разрабатываемая программа имеет ряд входных параметров, которые задаются пользователем. Каждый из них влияет на один или несколько выходных параметров. Таким образом, каждый выходной параметр принимает то или иное значение в зависимости от влияющих на него входных параметров. Рассмотрим логику расчета выходного параметра на примере такого параметра, как «Необходимость подложки». На него влияют следующие параметры:

- «Конструкция» – Открытая или закрытая конструкция принтера;
- «Наличие нависающих элементов» – наличие на печатаемой модели нависающих элементов;
- «Количество экструдеров» – Количество экструдеров на принтере;
- «Тип материала» – Тип материала, из которого предполагается печать.

Параметр «Конструкция» может принимать значения «Открытая» и «Закрытая», параметр «Наличие нависающих элементов» – «Есть» или «Нет», параметр «Количество экструдеров» – «1» или «2», параметр «Тип материала» – «PLA» или «ABS». Значения

параметра «Необходимость подложки» при всех вариантах параметров, влияющих на него представлены в таблице 1.

Таблица 1
Зависимость значения
«Необходимость подложки»
от значений входных параметров

Конструкция	Наличие нависающих элементов	Количество экструдеров	Тип материала	Необходимость подложки
Открытая	Есть	1	PLA	Нужна
Открытая	Есть	1	ABS	Нужна
Открытая	Есть	2	PLA	Нужна
Открытая	Есть	2	ABS	Нужна
Открытая	Нет	1	PLA	Нужна
Открытая	Нет	1	ABS	Нужна
Откры-	Нет	2	PLA	Нужна

тая				
Открытая	Нет	2	ABS	Нужна
Закрытая	Есть	1	PLA	Не нужна
Закрытая	Есть	1	ABS	Нужна
Закрытая	Есть	2	PLA	Нужна
Закрытая	Есть	2	ABS	Нужна
Закрытая	Нет	1	PLA	Не нужна
Закрытая	Нет	1	ABS	Нужна
Закрытая	Нет	2	PLA	Не нужна
Закрытая	Нет	2	ABS	Нужна

Проанализировав данные значения можно сформировать следующий алгоритм для поиска значения параметра «Необходимость подложки» (рис. 1).

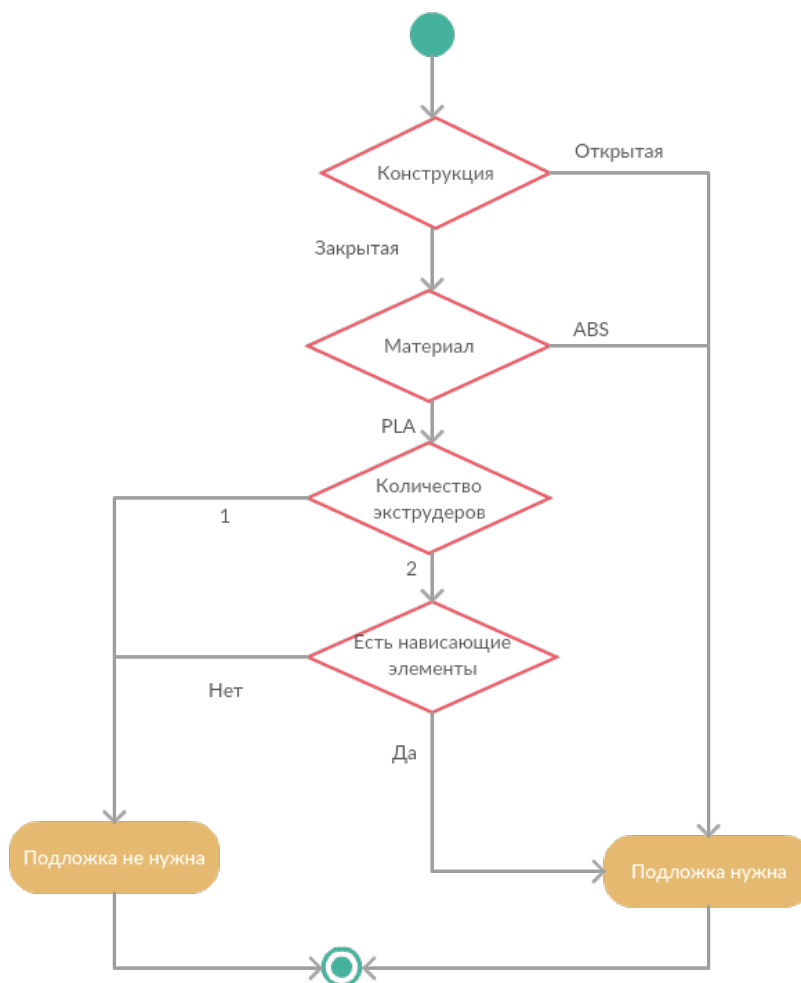


Рисунок 1. Диаграмма активностей для вычисления значения параметра «Необходимость подложки».

Подобным образом рассчитываются и другие параметры.

Для выполнения задания была выбрана среда разработки Microsoft Visual Studio. Её возможности позволяют выполнить все требования технического задания, она имеет удобный интерфейс и большой набор функций и инструментов. Программа будет выполнена с использованием технологии Windows Forms. Это позволит представить разрабатываемую программу, как набор отдельных форм. Всего в программе создано три формы. Форма «AuthorizationForm» необходима для взаимодействия с пользователем в процессе активации программы. Форма «WelcomeForm» нужна для приветствия пользователя и выбора типа литья. И основная третья форма – это форма «WorkForm». В ней происходит основная работа с программой.

Общий алгоритм использования форм в программе изображен на рисунке 2.



Рисунок 2. Алгоритм вывода форм программы.

Главной рабочей формой является форма «WorkForm». В левой части экрана

размещены входящие параметры. Они сгруппированы в 4 группы при помощи такого элемента Windows Form, как «GroupBox». В правой половине формы «WorkForm» расположены выходные параметры, также разделенные на две группы. Имеется два элемента управления – кнопка «Рассчитать» и кнопка «Вернуться». При нажатии на кнопку «Рассчитать» происходит выполнение алгоритмов вычисления выходных параметров, затем поля заполняются вычисленными значениями.

Пример результата работы программы изображен на рисунке 3. При нажатии кнопки «Вернуться» пользователь вернется в форму «WelcomeForm».

Результатом выполнения работы стал прототип программного обеспечения подбора параметров 3D печати и сырья для изготовления опытных образцов технологической оснастки под требования технологического процесса литья, удовлетворяющий составленные требования и выполняющий поставленные на него задачи.

Программный продукт был разработан с целью развития и расширения функционала в будущем, поэтому после отладки имеющейся версии был разработан план для дальнейших модификаций программы.

ЛИТЕРАТУРА

1. <https://stanko-arena.ru/article/tekhnologii-bystrogo-prototipirovaniya-.html> - П.П. Серебrenицкий. Журнал «РИТМ», сентябрь-октябрь 2008 г.;
2. <https://compuart.ru/article/25260> - Николай Дубина. Журнал «Компьюарт», Статья «Современные технологии 3D-печати», 2016;
3. <http://3dprintstory.org/preimuschestva-3d-pechati> - Статья «Преимущества 3D печати»;
4. <https://www.intuit.ru/studies/courses/1007/229/lecture/5952> - Национальный открытый университет «Интуит». Курс «Введение в UML»;
5. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/csharp/programming-guide/> - «Руководство по программированию на C#». 2017;
6. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/framework/winforms/windows-forms-overview> - «Общие сведения о Windows Forms». 2017;
7. <https://docs.microsoft.com/ru-ru/dotnet/api/system.management.management-objectsearcher?view=netframework-4.0> – «Документация на класс ManagementObjectSearcher в языке C#».

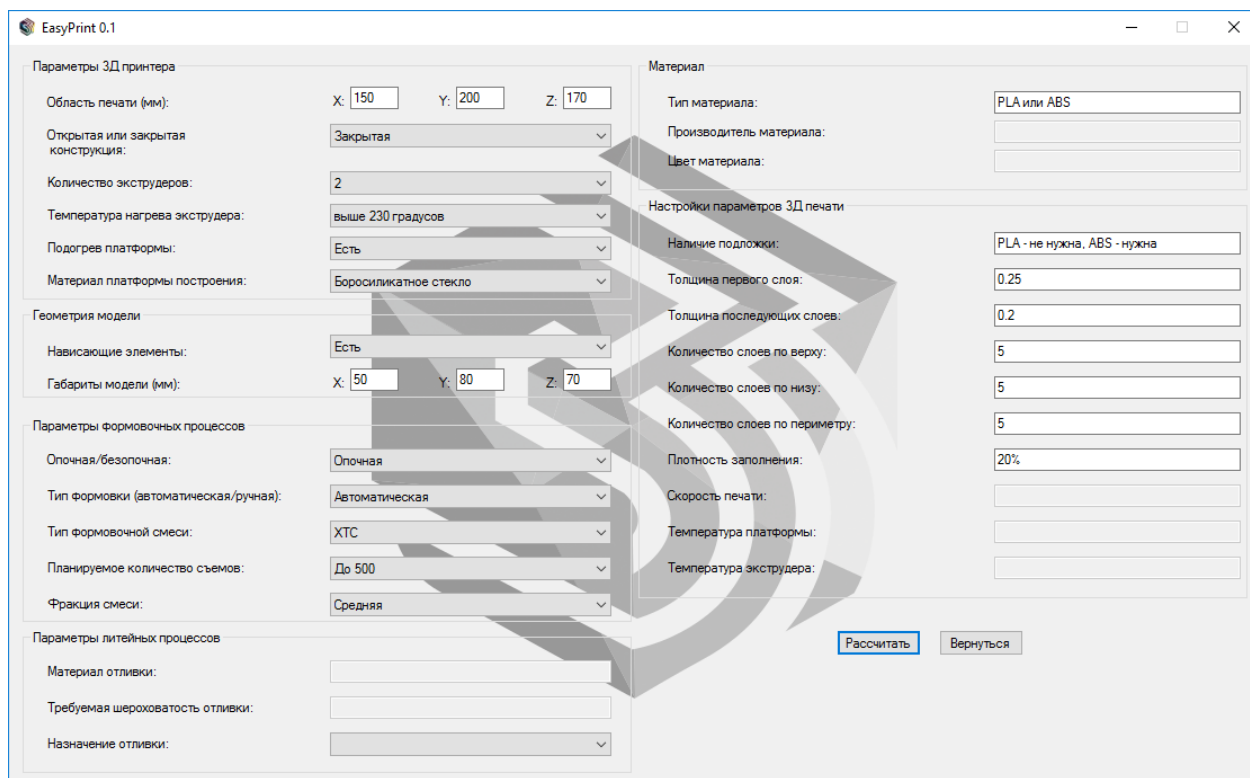


Рисунок 3. Результат работы программы.

УДК 69:004:356:2

THE DEVELOPMENT OF THE THERMOPLASTIC 3D PRINTING SETTINGS CALCULATING PROGRAM FOR THE PRODUCTION OF PATTERN EQUIPMENT

© 2019 A. E. Butyrsky, N. M. Tokareva, A. N. Zelenina

Voronezh Institute of High Technologies (Voronezh, Russia)

The object of study is using of the additive technologies for the production of prototypes of pattern equipment for casting. This method has a number of advantages over traditional technologies. The subject area is the development of a mathematical model for the selection of 3D printing settings for the production of pattern equipment and the implementation of a software solution that performs calculations of these settings. Potential consumers of the developed product are the industrial enterprises of oil and gas sector, the machine-building enterprises using foundry production in their production process, and the enterprises of foundry production. The scope of application of the software product is producing of modelling equipment tools for metal casting in cold hardening mixtures, sandy-argillaceous molds, and sandy-argillaceous molds with a chemically active binder.

Keywords: 3D printing, casting, casting equipment, thermoplastic, additive technology.