

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОСЛОЙНОГО НАПЛАВЛЕНИЯ ТЕРМОПЛАСТИЧЕСКОГО МАТЕРИАЛА В ПРОЦЕССЕ СОЗДАНИЯ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ОБРАЗЦОВ ГАЗОСТАБИЛИЗИРУЮЩИХ УСТРОЙСТВ

Харисов Э.Т.

Российский государственный университет нефти и газа (национальный исследовательский университет) имени И.М. Губкина, Москва

Ключевые слова: метод послойного наплавления термопластического материала, системы автоматизированного проектирования, мультифазная подпорная секция, 3D-печать, установки электроприводных центробежных насосов.

Аннотация. В приведенной работе рассматривается процесс изготовления модуля мультифазной секции при помощи метода послойного наплавления наплавления (Fused Depositing model). Приводятся особенности используемого оборудования для 3D-печати, выбор материала, сравнение размеров модели в системе автоматизированного проектирования с изготовленным изделием, приводятся особенности выбора допусков для изготовления деталей для стендовых испытаний мультифазных подпорных секций в составе установок электроприводных центробежных насосов.

USE OF TECHNOLOGIES OF LAYER-BY-LAYER CLADDING OF THERMOPLASTIC MATERIAL IN THE PROCESS OF CREATION OF PERSPECTIVE SAMPLES OF GAS-STABILIZING DEVICES

Kharisov E.T.

National University of Oil and Gas «Gubkin University», Moscow

Keywords: thermoplastic material layer-by-layer surfacing method, computer-aided design systems, multiphase retaining section, 3D printing; electrical submersibles pumps.

Abstract. In the given work the process of manufacturing of multiphase section module by means of layer-by-layer deposition method (Fused Depositing model) is considered. The peculiarities of the used equipment for 3D-printing, material selection, comparison of the model dimensions in the computer-aided design system with the manufactured product, peculiarities of tolerance selection for manufacturing parts for bench tests of multiphase backing sections as part of electric-driven centrifugal pumps installations are given.

Используемая технология в процессе изготовления мультифазной секции представляет собой послойное наплавление термопластического материала (Fused Depositing model). Особенностью данного метода является изготовление деталей при помощи наплавления слой за слоем материала на основе полимера. На сегодняшний день линейка полимерных материалов достаточно широкая и их выбор может варьироваться в зависимости от технических задач. На рисунке 1 представлена типовая схема изготовления детали при помощи технологии Fused Depositing model [1].

Перед изготовлением изделия необходимо составить управляющую программу, по которой 3D-принтер будет выстраивать деталь. В данной программе задаются параметры работы оборудования (температура расплавления термопластического материала, температура нагрева рабочей поверхности,

высота слоя, качество изделия и пр.). Выбор данных параметров зависит от условий, с которыми будет взаимодействовать изделие (знакопеременные нагрузки, давление и пр.). Для исходного изделия было выбрано полное заполнение термопластическим материалом по причине сложности испытаний на газожидкостной смеси, высоких значений давлений от 0,1 МПа до 0,4 МПа.

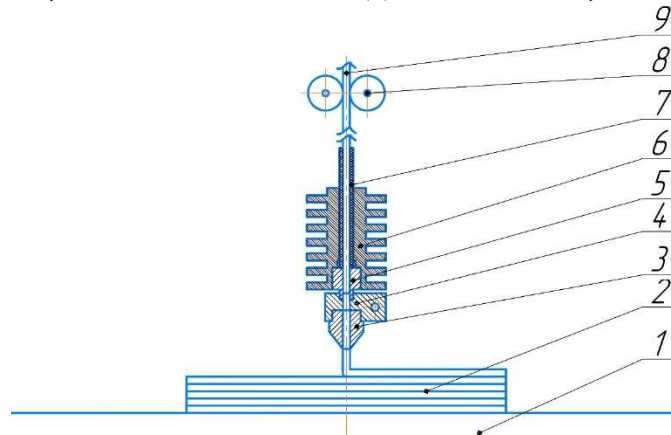


Рис. 1. Технологическая схема изготовления детали методом послойного наплавления:
 1 – рабочая поверхность; 2 – деталь; 3 – сопло; 4 – нагревательный блок;
 5 – термобарьер; 6 – радиатор; 7 – тефлоновая трубка; 8 – механизм подачи материала;
 9 – термопластический материал

Для изготовления элементов газостабилизирующего устройства был выбран полилактид. Полилактид (PLA) – биоразлагаемый материал, полимер образован из молочной кислоты. Прочностные характеристики данного материала полностью удовлетворяют условиям стендовых испытаний. Модуль упругости составляет 3500 МПа, предел текучести составляет 70 МПа [2].

В ходе исследований была проверена устойчивость материала к перекачиваемому потоку с рабочим давлением 0,3 МПа. Условие прочности полностью удовлетворяется и выбранный материал удовлетворяет условиям в процессе испытаний. На рисунках 2-3 показаны места наибольших напряжений и перемещений в исследуемом объекте.

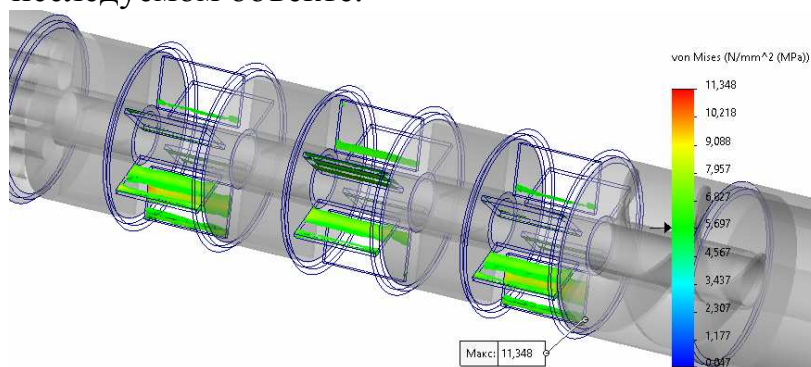


Рис. 2. Напряжения в процессе перекачивания потока в исследуемом оборудовании

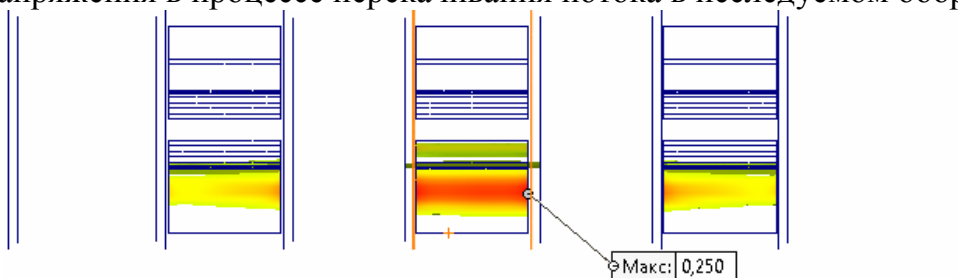


Рис. 3. Перемещения в процессе перекачивания потока в исследуемом оборудовании

Основными параметрами в процессе построения управляющей программы в процессе печати является диаметр сопла и высота между соплом и рабочей поверхностью. На сегодняшний день существует широкий ассортимент сопел для 3D-печати от 0,2 до 1,2 мм. В процессе изготовления исследуемого образца использовалось сопло диаметром 0,2 мм. Зазор между столом и соплом составляет 0,2 мм. На рисунке 4 (1 – поверхность, на которой выкладывается материал, 2 – сопло, из которого подается расплавленный полимер) представлена геометрическая схема элементов, которые напрямую влияют на точность изготовления деталей методом послойного наплавления термопластического материала.

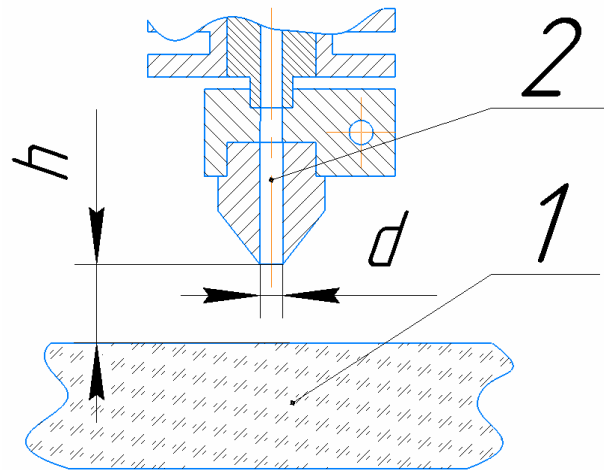


Рис. 4. Геометрические размеры, определяющие точность изготавливаемого изделия

По ГОСТ 25347-85 были выбраны поля допусков и посадок. Для отверстий – h9 для валов – H10. Такие допуски обеспечили достаточную точность для исключения необходимости применения механической обработки. В таблице 1 приведено сравнение размеров в системе автоматизированного проектирования и напечатанного изделия «Рабочее колесо» [3, 4].

На рисунке 5 представлено изделие в разобранном состоянии.

Табл. 1. Рабочее колесо

Рабочее колесо	Размеры в САПР «SolidWorks»	Размеры готового изделия
	$l1 = 37,76$ мм	$l1 = 37,53$ мм
	$l2 = 34,76$ мм	$l2 = 34,83$ мм
	$l3 = 68,28$ мм	$l3 = 68,36$ мм
	$l4 = 1,80$ мм	$l4 = 1,83$ мм
	$l5 = 17,90$ мм	$l5 = 17,97$ мм
	$l6 = 2,00$ мм	$l6 = 2,07$ мм
	$D1 = 17,1$ мм	$D1 = 17,12$ мм
	$D2 = 25,00$ мм	$D2 = 24,97$ мм

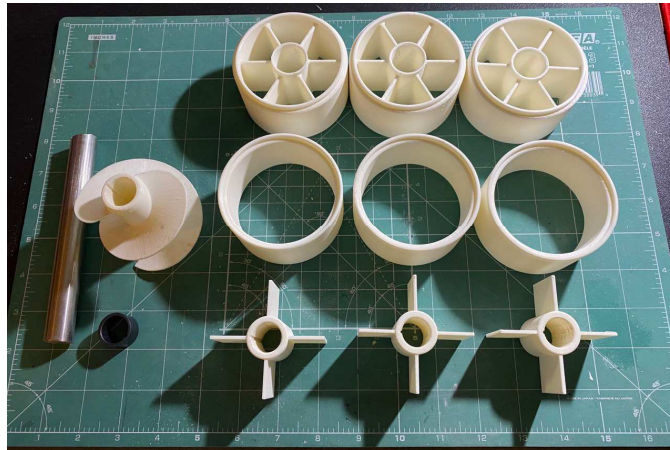


Рис. 5. Изготовленные элементы газостабилизирующего устройства методом послойного наплавления термопластического материал

Результатом данной работы является то, что изготовленное изделие полностью выдержало гидравлические испытания в лаборатории. После испытаний все детали повторно были измерены – отклонений не выявлено.

Список литературы

1. Игонина Е.В., Дружинина О.В. Особенности разработки и применения FDM-технологии при создании и прототипировании 3D-объектов // Современные информационные технологии и ИТ-образование. – 2017. – Т. 13, №2. – С. 185-193.
2. Khabia S., Jain K.K. Comparison of mechanical properties of components 3D printed from different brand ABS filament on different FDM printers // Materials Today: Proceedings. 2020, vol. 26, pp. 2907-2914.
3. Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т. 1. – 8-е изд., перераб. и доп. / Под ред. И.Н. Жестковой. – М.: Машиностроение, 2001. – 920 с.
4. ГОСТ 25347-82 Основные нормы взаимозаменяемости. Единая система допусков и посадок. Поля допусков и рекомендуемые посадки. – М.: ИПК Издательство стандартов, 2001. – 53 с.

Сведения об авторе:

Харисов Эмиль Тимурович – аспирант.