

УДК 621.98

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ АЛГОРИТМА МНОГОПРОХОДНОГО НАНЕСЕНИЯ МАТЕРИАЛА НА ГЕОМЕТРИЮ И АДГЕЗИЮ ПРИ 3Д-ПЕЧАТИ

Д. А. ШЕЛЕПЕНЬ, А. А. КАРЕТНИКОВА

(Представлено: канд. техн. наук, доц. А. М. ДОЛГИХ)

В работе рассмотрено влияние алгоритма многопроходного нанесения материала (Pass 1 / Pass 2), реализованного в слайсере *OrcaSlicer*, на формирование геометрии и адгезию первого слоя при FDM-печати. Проведено сравнение результатов печати одно- и двухпроходным методом с использованием филамента PLA+. Для анализа структуры поверхности применялся видеоизмерительный микроскоп.

Ключевые слова: 3D-печать, аддитивные технологии, многопроходное нанесение, адгезия, скорость потока.

Введение. На этапе формирования первого слоя проявляются отклонения, связанные с неравномерной подачей материала, колебаниями температуры и изменением скорости движения сопла. Для устранения подобных дефектов современные слайсеры используют специальные алгоритмы компенсации и оптимизации потока материала [1].

Одним из таких решений является алгоритм многопроходного нанесения материала (Pass 1 / Pass 2), реализованный в *OrcaSlicer*. Его суть заключается в последовательном нанесении двух слоев экструзии с различной скоростью и интенсивностью подачи, что позволяет добиться более плотной структуры и улучшенной адгезии к поверхности стола. Целью настоящего исследования является экспериментальный анализ влияния многопроходного алгоритма *OrcaSlicer* на геометрию и адгезию первого слоя при FDM-печати.

Основная часть. Эксперимент проводился на 3D-принтере *Creality Ender 3 V3 KE*, оснащенном системой автоуровня (датчик CR-Touch). В качестве материала использовался филамент PLA+ от *ESUN*, диаметром 1,75 мм, сопло – 0,4 мм. Параметры печати:

- температура экструдера – 210 °C;
- температура стола – 55 °C;
- высота слоя – 0,2 мм;
- скорость печати – 200 мм/с.

Для эксперимента была выбрана тестовая модель в форме плоского прямоугольника размером 40 × 30 × 1,4 мм. Образцы печатались в двух режимах (рис. 1):

- Single Pass – однопроходное нанесение материала (Pass 1 только);
- Dual Pass – двухпроходное нанесение (Pass 1 + Pass 2).

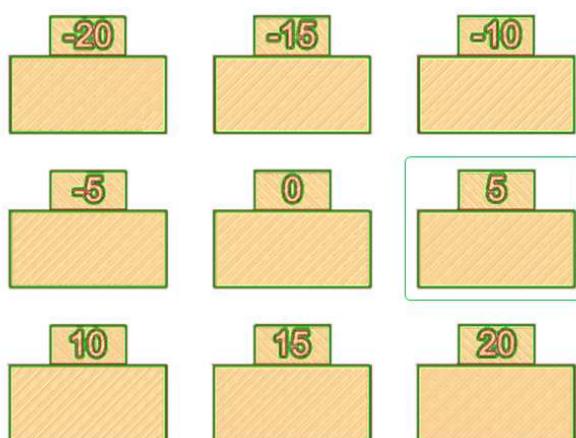


Рисунок 1. – Однопроходное и двухпроходное нанесение материала при различных скоростях потока

После печати образцы подвергались визуальному осмотру и инструментальному анализу с использованием видеоизмерительного микроскопа *NORGAU NVM-4030D*, что позволило оценить равномерность структуры, степень спайки дорожек, плотность прилегания и характер краевых зон первого слоя.

Результаты и интерпретация. Результаты исследования показали, что при однопроходной печати (Single Pass) наблюдались неравномерности толщины экструзии, непостоянство ширины дорожек и локальные зоны недэкструзии, особенно в начале и по краям модели. Поверхность характеризовалась заметной текстурой и неравномерным блеском, указывающим на различную степень прижатия материала к столу (рис. 2).

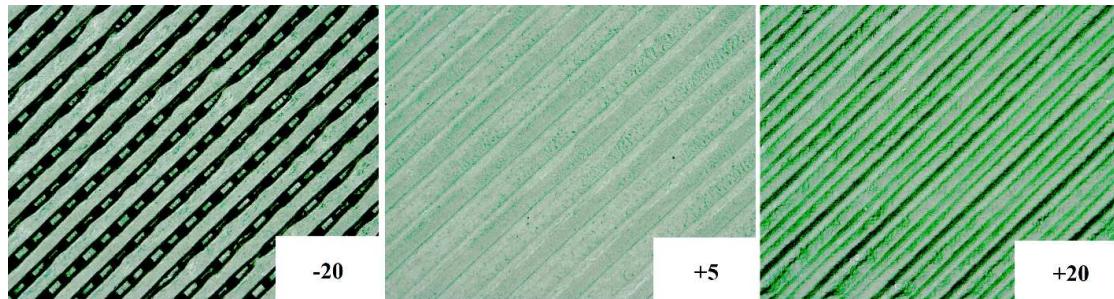


Рисунок 2. – Результаты нанесения экструзии при однопроходной печати
(ярко выраженная неравномерно наблюдалась при -20/+20)

При двухпроходной печати (Dual Pass) структура слоя стала визуально более ровной и однородной. Микроскопический анализ выявил уменьшение зазоров между дорожками и увеличение плотности прилегания расплава к подложке. Второй проход обеспечил дополнительное термическое воздействие, благодаря чему происходило частичное самовыравнивание нити и компенсация неравномерностей первого нанесения.

Кроме того, было отмечено улучшение геометрии краев модели – линии имели четкие границы и одинаковую высоту по всей длине. Это свидетельствует о синхронизации скорости подачи материала с движением печатающей головки.

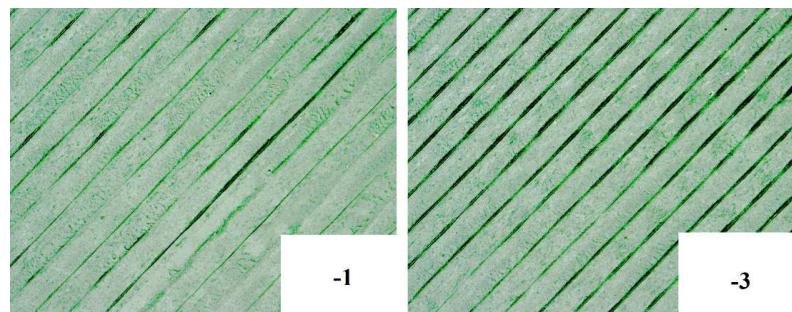


Рисунок 3. – Результаты нанесения экструзии при двухпроходной печати
(ярко выраженная неравномерно наблюдалась при -3)

В целом, многопроходный алгоритм OrcaSlicer обеспечивает более равномерный поток расплава, повышает стабильность формирования первого слоя и способствует улучшению адгезии.

Заключение. Исследование подтвердило, что применение алгоритма многопроходного нанесения материала (Pass 1 / Pass 2) оказывает положительное влияние на качество формирования первого слоя при FDM-печати.

Двухпроходный режим способствует равномерному распределению материала, улучшает геометрию дорожек и повышает адгезию к рабочей поверхности.

ЛИТЕРАТУРА

- Попок, Н.Н. Технология производства машиностроительных изделий на основе послойного синтеза с использованием 3D-принтера [Электронный ресурс] : практикум : учебное пособие / Николай Николаевич Попок, Сергей Анатольевич Портянко ; Министерство образования Республики Беларусь, Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой. – Новополоцк : ПГУ, 2022. – 61 с.