

УДК 621.98

## КАРТА НЕРОВНОСТЕЙ СТОЛА КАК КРИТИЧЕСКИЙ ФАКТОР ФОРМИРОВАНИЯ АДГЕЗИИ ПЕРВОГО СЛОЯ

*Д. А. ШЕЛЕПЕНЬ, А. А. КАРЕТНИКОВА  
(Представлено: канд. техн. наук, доц. С. А. ПОРТЯНКО)*

*В работе экспериментально исследовано влияние неравномерности поверхности стола 3D-принтера на качество формирования первого слоя. Была использована функция автоматической компенсации неровностей. Проведена серия сравнительных тестовых печатей с активированной и деактивированной компенсацией. Результаты, полученные методом визуального и инструментального контроля с помощью видеоизмерительного микроскопа, демонстрируют, что компенсация неровностей является обязательной процедурой во время 3D-печати.*

**Ключевые слова:** 3D-печать, аддитивные технологии, карта неровностей стола, адгезия.

**Введение.** Качество первого слоя выступает базовым условием для достижения заданных характеристик изделия во время 3D-печати. Даже незначительные неровности стола, вызванные особенностями сборки, механическими нагрузками или деформации от нагрева, приводят к неравномерной экструзии, отслоению и короблению модели [1].

Характерным примером такого оборудования являются 3D-принтеры начального уровня. Целью данной работы является экспериментальное исследования влияния карты неровностей стола на формирование адгезии первого слоя при FDM-печати и определение оптимальных условий калибровки для обеспечения равномерного прилипания материала к поверхности.

**Основная часть.** Эксперимент проводился на 3D-принтере Creality Ender 3 V3 KE, оснащенном системой автоматического выравнивания поверхности стола (датчик CR-Touch). В качестве материала использовался филамент Hyper PLA от Creality диаметром 1,75 мм. Диаметр сопла – 0,4 мм. Температура экструдера составляла 210 °C, температура стола – 60 °C при печати первым слоем и 55 °C для остальных слоев, высота слоя – 0,2 мм, скорость печати – 50 мм/с.

Для оценки влияния плоскостности поверхности было напечатано два тестовых образца в форме шестиугранника:

- без использования карты неровностей (исходное состояние стола);
- с применением карты неровностей, сформированной по сетке из 25 точек (рис. 1).

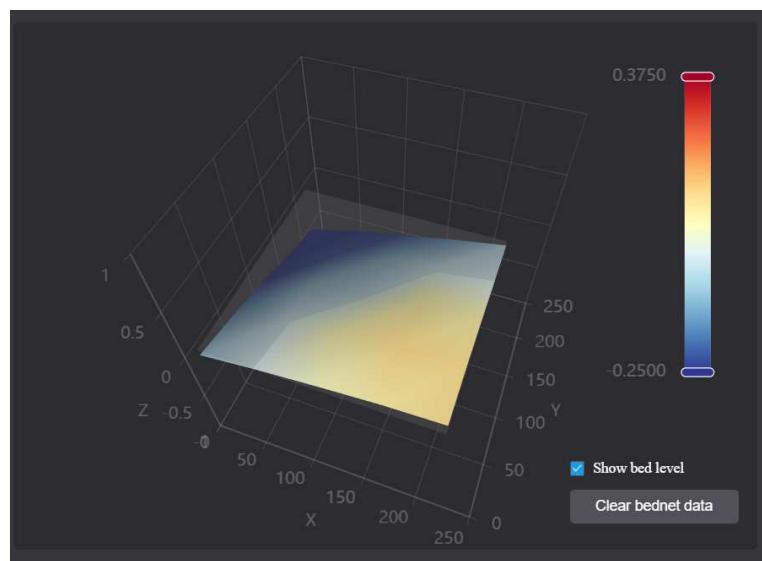


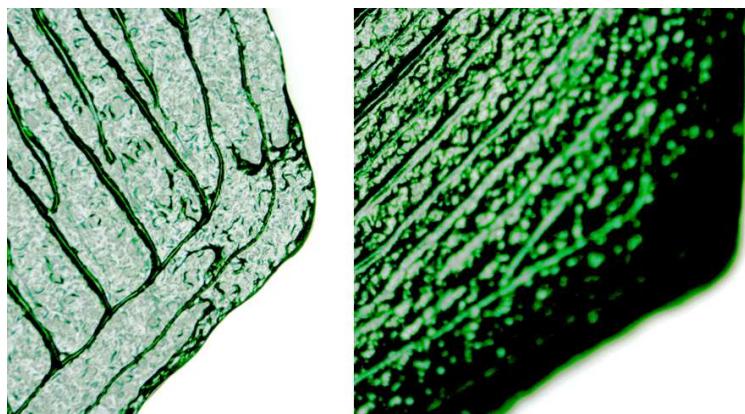
Рисунок 1. – Карта неровностей стола 220 на 220 мм

**Результаты и интерпретация.** Результаты исследования показали заметные различия в качестве формирования первого слоя между двумя состояниями печати.

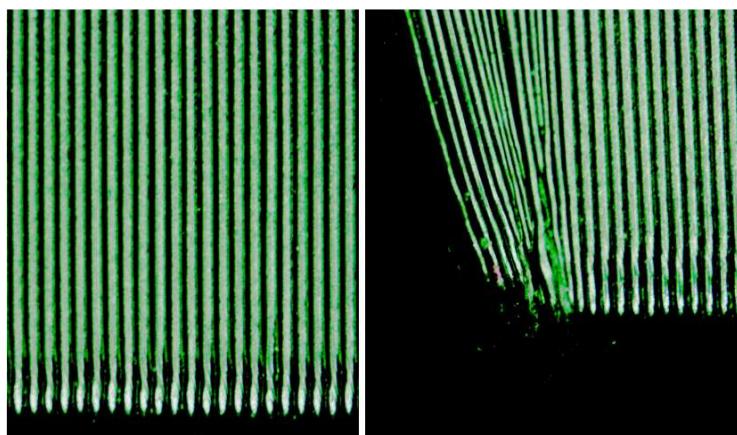
Без коррекции наблюдались неравномерное прилегание нити к поверхности, локальные зоны переплавления и зазоры между дорожками. Местами отмечалось частичное отслаивание по краям шести-

гранника, что указывает на неодинаковый зазор между соплом и столом вследствие микронеровностей поверхности.

При использовании карты неровностей первый слой формировался равномерно по всей площади модели. Толщина нити и степень прилегания к поверхности стола оставались стабильными. Микроскопическое исследование показало значительное улучшение равномерности структуры и плотности прилегания, что подтверждает эффективность компенсации высотных отклонений стола (рис. 2-3).



**Рисунок 2. – Выявление дефектов поверхности образца, полученного методом FDM-печати**  
(слева – использование компенсации: край шестиугранника без отслоения,  
справа – компенсация не использовалась: край шестиугранника с отслоением)



**Рисунок 3. – Выявление дефектов поверхности образца, полученного методом FDM-печати**  
(слева – использование компенсации: угол шестиугранника равномерный,  
справа – компенсация не использовалась: угол края с явным отслоением)

Таким образом, применение карты неровностей обеспечивает более равномерное распределение материала и стабильную адгезию, снижая риск дефектов, связанных с деформацией основания при нагреве.

**Заключение.** При 3D-печати без коррекции неровностей наблюдаются локальные дефекты нанесения и непостоянство толщины первого слоя. Применение карты позволяет компенсировать перепады высоты и обеспечить равномерное прилегание расплавленного филамента к поверхности по всей площади модели.

Полученные результаты могут быть использованы при настройке и обслуживании 3D-принтеров для повышения стабильности процесса печати.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. 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.