

природных соединений (окисленный крахмал, натрийкарбоксиметицеллюлоза и казеиновый клей) в 1,3–1,7 раза.

Список использованных источников

1. Карпова, С. В. Изучение свойств мелованной бумаги при замене природного связующего на новое синтетическое / С.В. Карпова, Н.В. Черная // Химия и химическая технология переработки растительного сырья : материалы докладов Междунар. научно-техн. конф., Минск, 10–12 октября 2018 г. – Минск: БГТУ. – 2018. – С. 187–191.

УДК 678.073:662.613.12

Д. Ю. Колодкин, Е. И. Кордикова

Белорусский государственный технологический университет

ВЛИЯНИЕ РАЗМЕРНЫХ ПАРАМЕТРОВ СЛОЯ ПРИ 3D-ПЕЧАТИ ПО FDM-ТЕХНОЛОГИИ НА ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОЛУЧАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ С УЧЕТОМ ИХ АНИЗОТРОПИИ

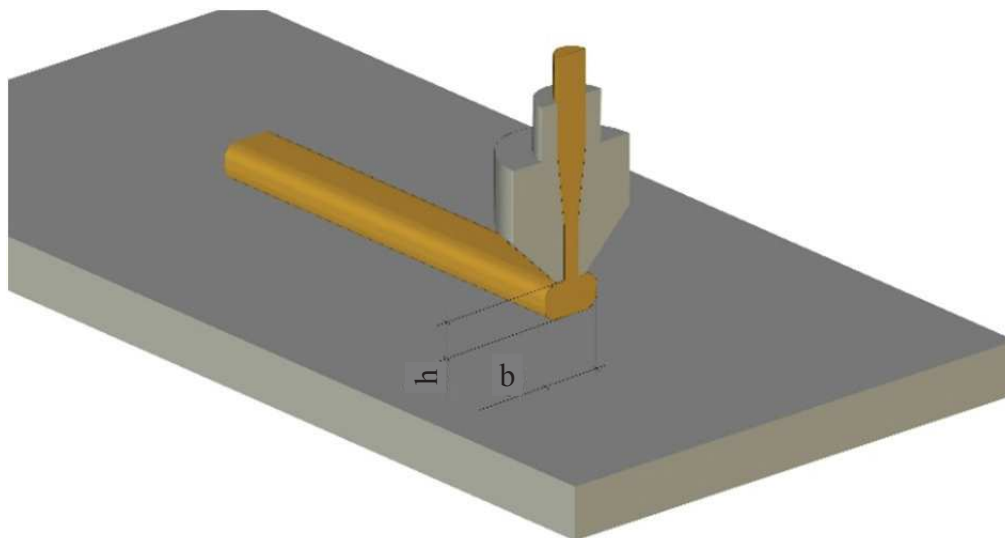
В настоящее время существует множество направлений аддитивных технологий, использующих различные подходы в формировании слоя, подвода энергии и другое [1]. Наиболее распространенной из них, в первую очередь благодаря простоте и низкой стоимости, является FDM-технология (Fused deposition modeling – моделирование методом послойного направления), в которой объект строится слой за слоем путем наплавления термопластичного полимера.

Однако данная технология имеет ряд недостатков, связанных с конструкцией оборудования, программным обеспечением, разработкой и совершенствованием материалов, а также подбором оптимальных технологических параметров печати.

Одним из наиболее исследованных направлений является нахождение оптимальных технологических параметров синтеза [2], т.к. это позволяет получить наилучший результат печати изделий без дополнительных вложений в оборудование только за счет управления процессом, а также не требует больших финансовых затрат.

Несмотря на это в ходе аналитического обзора было выявлено, что такой важный параметр, как ширина дорожки экструзии (рис. 1), не был исследован и принимался рекомендованным или вообще никак не учитывался в других исследованиях [2].

При этом параметры дорожки экструдата не только влияют определяющим образом на скорость печати и структуру получаемых изделий, но и на величину адгезионного взаимодействия между самими дорожками, что определяет величину анизотропии материала.



b – ширина дорожки экструзии; h – высота дорожки экструзии (толщина слоя)

Рис. 1 – Параметры элементарной дорожки экструдата

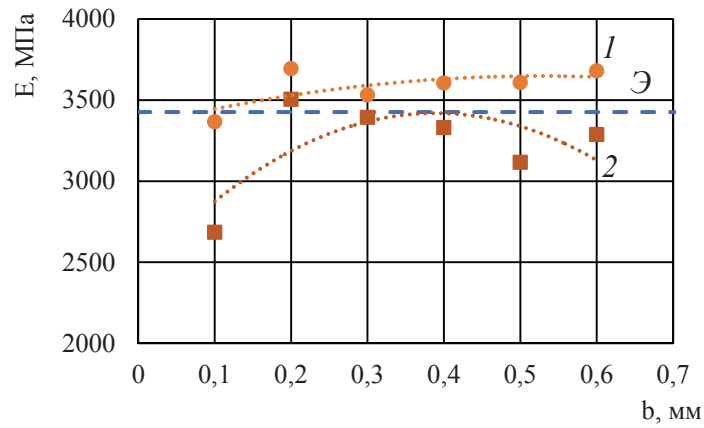
Для получения зависимости физико-механических характеристик получаемых материалов от параметров дорожки экструдата в их широком диапазоне, изготавливали стандартные образцы в двух основных направлениях печати (табл. 1) и образцы сплошного материала из исходного сырья для сравнения.

Таблица 1 – Управляемые технологические параметры

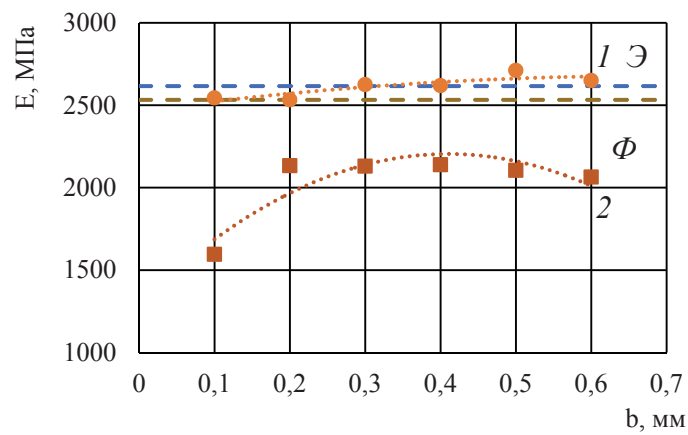
Толщина слоя h , мм	0,05		0,10		0,30		0,60	
Ширина слоя b , мм	0,15	0,25	0,10	0,20	0,10	0,20	0,30	0,45
	0,35	0,45	0,30	0,40	0,30	0,45	0,60	0,85
	0,55	0,65	0,50	0,60	0,60	0,75	1,10	1,35
					0,90	1,05		

В ходе испытаний образцов были получены зависимости с характерными пиками, соответствующими максимальным физико-механическим характеристикам (рис. 2).

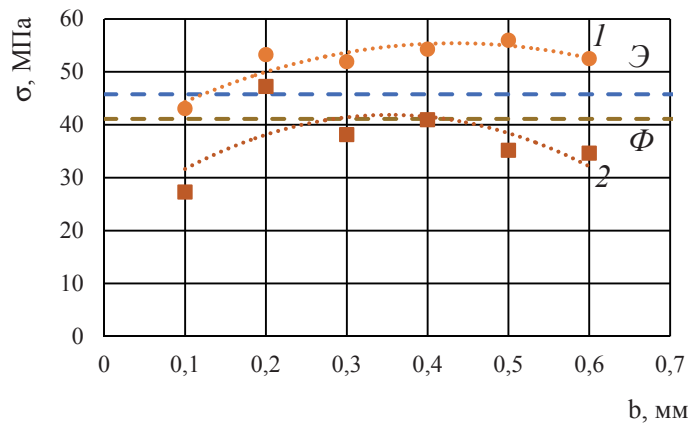
Полученные зависимости для всех параметров дорожки экструдата были аппроксимированы с помощью метода наименьших квадратов и после пересчитаны в безразмерные физико-механические характеристики (БФМХ) в относительных величинах для их сравнения (рис. 3).



a



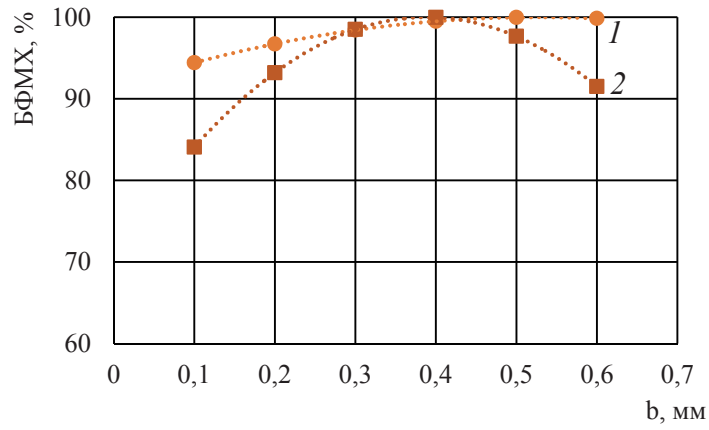
б



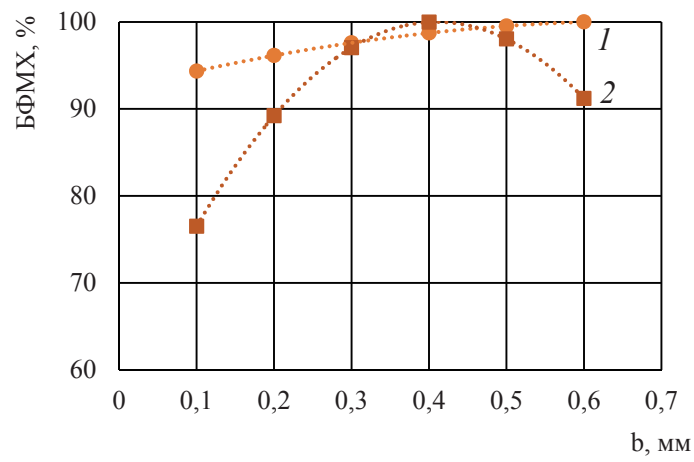
в

Э – испытание единичного экструдата; Φ – испытание филамента;
 1 – образцы с продольным направлением печати;
 2 – образцы с поперечным направлением печати;

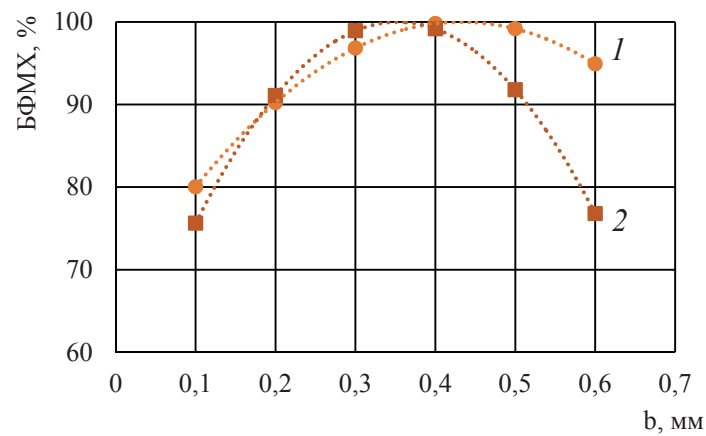
Рис. 2 – Модули упругости при изгибе (а) и растяжении (б), а также прочность при растяжении (в) набора образцов с толщиной слоя 0,10 мм



a



б



в

1 – образцы с продольным направлением печати;
 2 – образцы с поперечным направлением печати;

Рис. 3 – БФМХ при изгибе (а) и растяжении (б), а также для прочности при растяжении (в) набора образцов с толщиной слоя 0,10 мм.

Результатом сравнения БФМХ различных испытаний с сохранением определенной (высокой) доли от них стала диаграмма, изображенная на рисунке 4.

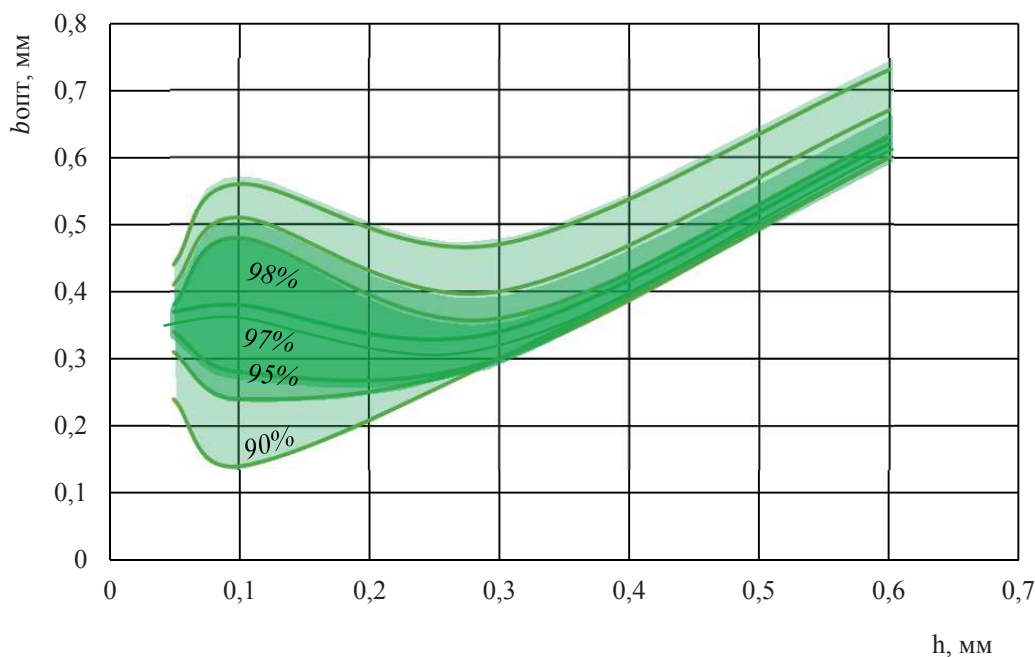


Рис. 4 – Зависимость оптимальной ширины дорожки экструдата от толщины слоя

В ней наиболее тусклой области сохраняется 90% всех исследуемых механических характеристик, а наилучший достижимый результат – это 98%.

Можно сделать вывод, что нахождение оптимальных параметров печати является эффективным методом улучшения механических характеристик получаемых изделий. Полученный результат достаточно хорошо согласуется с параметрами печати, рекомендованными производителями принтеров. Кроме того, результаты исследований позволяют увеличивать скорость печати за счет параметров дорожки экструдата при контролируемом снижении механических характеристик изделий.

Список использованных источников

1. Зленко М.А. Аддитивные технологии в машиностроении / М.В. Нагайцев, В.М. Довбыш // пособие для инженеров. – М. ГИЦ РФ ФГУП «НАМИ» 2015. 220 с.

2. Sung Hoon Ahn, Michael Montero, Dan Odell, Shad Roundy, Paul K. Wright. Anisotropic material properties of fused deposition modeling ABS. Rapid Prototyp J 8(4): 248–284.