

ПОКАЗАТЕЛИ ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ АБС-ПЛАСТИКА В ИЗДЕЛИЯХ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПАРАМЕТРОВ FDM-ПЕЧАТИ

Введение. Послойный синтез геометрии изделий приводит к возникновению существенной анизотропии свойств материалов в конечном продукте. Причиной является величина адгезионной связи между слоями, численной характеристикой которой является коэффициент консистенции.

Цель исследований – изучить степень однородности свойств материалов в изделиях, созданных по технологии FDM-печати на примере АБС-пластика. Основные задачи: установить факт неоднородности материала по направлениям печати изделий; выявить зависимость показателей прочностных свойств по направлениям печати от технологических параметров процесса; выработать рекомендации по управлению свойствами материалов при печати изделий.

Метод оценки анизотропии свойств. За основу при изучении анизотропии свойств взят метод сравнения прочностных показателей свойств по направлениям слоев. В качестве критерия принят показатели прочности. Для определения показателей прочностных и упругих свойств использовали испытания при растяжении полимеров ГОСТ 11262–80.

В соответствии с требованиями стандарта синтезировали образцы с определенными направлениями слоев по отношению к вектору действия растягивающей нагрузки. Для изучения влияния параметров технологического процесса печати образцов на показатели свойств материалов варьировали три основных показателя (см. таблицу).

Таблица – Показатели технологических параметров процесса печати

Материал	Толщина слоя (при диаметре сопла 0,35 мм) h , мм	Температура экструдера T , °C	Линейная скорость печати v в долях от средней реко- мендованной для АБС-пластика (60 мм/с)
АБС-пластик	0,10	230	0,25
	0,15	245	0,50
	0,20	260	1,00
			1,50
			2,00

Перечень параметров определен из условия наибольшего влияния на значение температуры в области контакта наносимого слоя с уже существующим. Для определения эталонного значения прочности на разрыв испытание на растяжение проводили для прутка круглого

поперечного сечения диаметром 1,75 мм и длиной 150 мм, вид которого имеет исходное сырье для реализации FDM-печати.

Эталонное значение прочности σ_y определяли по формуле:

$$\sigma_y = \frac{F}{A},$$

где A – площадь поперечного сечения прутка (для диаметра прутка 1,75 мм площадь $A = 2,4 \text{ мм}^2$); F – разрушающее усилие, Н.

Исследования проводили на универсальной испытательной машине MTS 43 при параметрах по ГОСТ 11262–80.

Результаты эксперимента и их анализ. В результате анализа диаграмм деформирования (см. рисунок 1) для образцов с различной ориентацией слоев их общий вид типичен для чистого АБС-пластика [1].

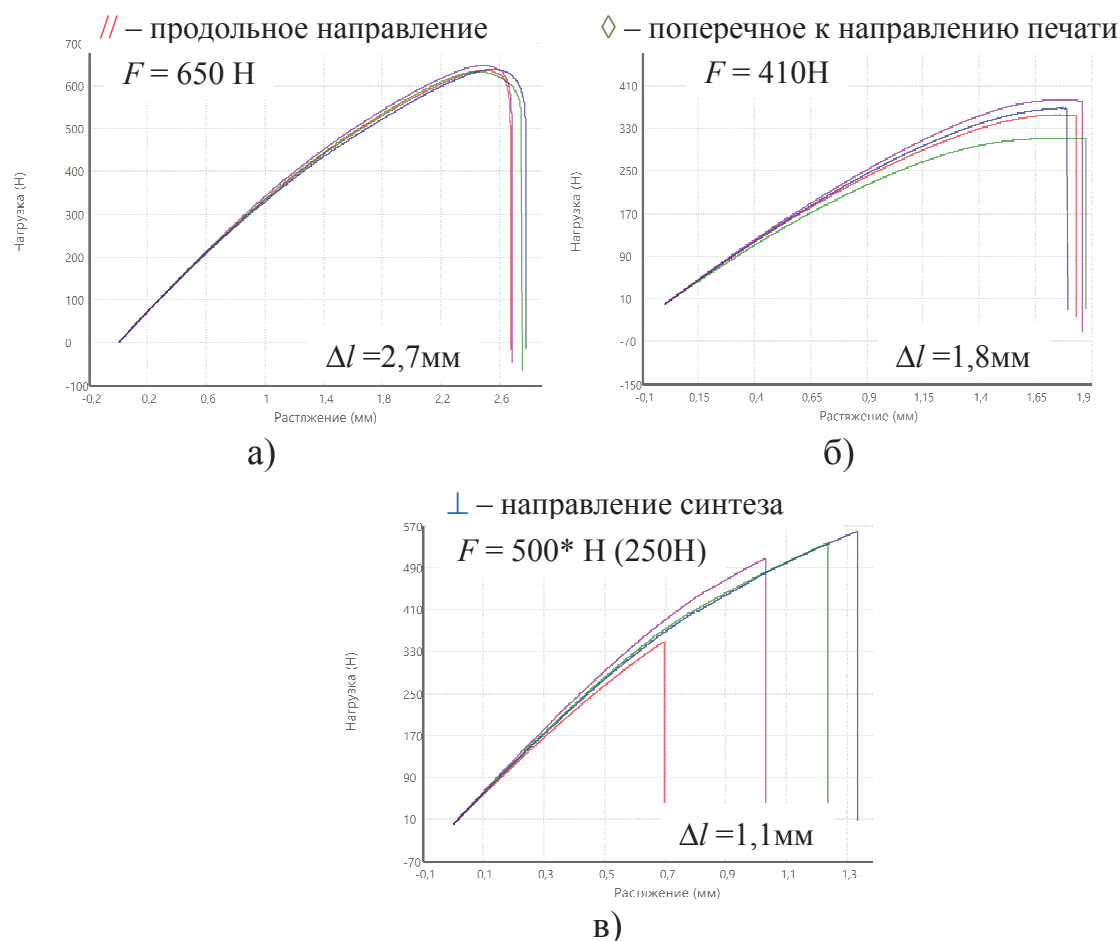


Рисунок 1 – Диаграммы деформирования при растяжении
(F и Δl – соответственно предельная нагрузка и деформация;
*** – образцы в 2 раза шире стандартных)**

Отличаются только предельные значения нагрузок и деформаций, что является следствием анизотропии свойств на границе стыка слоев. О влиянии анизотропии говорит уменьшение кривой пластично-

сти материала при нагрузках близких к предельным. Так на диаграммах деформирования образцов с продольным расположением слоев наблюдается ярко выраженная кривая с областью образования незначительной шейки (рисунок 1а). Для двух поперечных направлений (рисунки 1б и 1в) область образования шейки отсутствует, при этом уменьшается область пластических деформаций. Это говорит о том, что на механизм разрушения в большей мере влияет адгезионная составляющая прочности, а не поведение самого материала в слоях. Доказательством этого выступает и кратность предельных деформаций максимальным усилиям.

Наложение диаграмм деформирования различных образцов при одних и тех же условиях испытаний и технологии изготовления образцов дает представление об однородности материалов в зависимости от направлений структуры. Так в продольном направлении разброс значений диаграмм не превышает 5 % (рисунок 1а), что говорит о высокой степени однородности материала в данном направлении и стабильности показателей.

В направлении поперечном печати (рисунок 1б) разброс значений достигает уже 15%, а для направления синтеза 40% (рисунок 1в), что говорит о высокой чувствительности данных направлений к изменениям технологических параметров в процессе печати, усадочных напряжений и технологии изготовления образцов.

Зависимости показателей прочности от направлений нагрузки относительно слоев печати (// – продольное направление; $\diamond$ – поперечное к направлению печати; $\perp$ – направление синтеза), и технологических параметров показаны на рисунке 2. Штриховой линией показано эталонное значение прочности материала.

Как следует из представленных зависимостей показатели прочности существенно зависят от направления нагружения относительно слоев структуры. Изменения по направлениям достигают от 2 до 3 раз. Это объясняется тем что в поперечном слоем направлении прочность в большей мере определяется силами адгезии, а не межмолекулярным взаимодействием. При этом в продольном слоем направлении прочность практически не зависит от параметров процесс и примерно равна уровню образца эталона.

Для поперечных направлений влияние технологических параметров процесса печати оказывает одинаковое влияние. Однако в направлении поперечном направлению печати показатели прочности примерно в два раза выше уровня напряжений в направлении синтеза, что объясняется более эффективными условиями прогрева предыдущего слоя телом сопла экструдера.

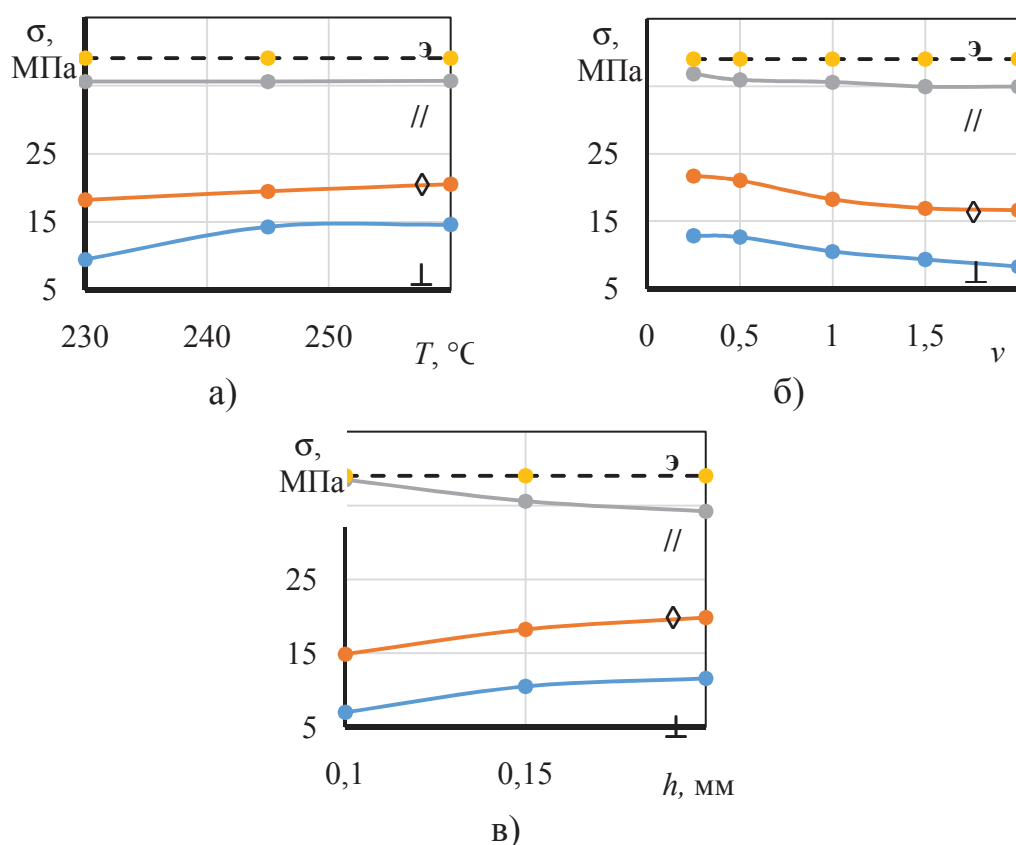


Рисунок 2 – Зависимость показателей прочностных свойств от структуры материала и технологических параметров (а – от температуры; б – от относительной скорости печати; в – толщины слоя)

Закключение. На основании анализа полученных данных следует, что необходимо использовать материалы с широким температурным интервалом; уменьшить толщину слоя; уменьшить линейную скорость движения экструдера; повысить температуру расплава полимера тем самым увеличив текучесть материала. При этом полностью устранить анизотропию свойств невозможно, но данные рекомендаций позволят увеличить адгезионную связь между слоями.

ЛИТЕРАТУРА

1. Зленко М.А., Нагайцев М.В., Довбыш В.М. Аддитивные технологии в машиностроении. Пособие для инженеров. ©ГНЦ РФ ФГУП «НАМИ» Москва 2015. 219 с.