

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ 3D-ПЕЧАТИ PLA-ПЛАСТИКОМ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ГОТОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

Ермаков Алексей Игоревич¹, Цыганков Игорь Иванович²

¹Белорусский национальный технический университет,

²МОУВО «Белорусско-Российский университет»

ermakov@bntu.by

Основная задача современного машиностроения – повышение надежности и долговечности деталей и узлов механизмов наряду со снижением металлоемкости конструкций. Актуальность проблемы постоянно возрастает в связи с повышением требований к изготовлению изделий, необходимостью экономии дефицитных дорогостоящих металлов и сплавов и, как следствие, замены их на экономически более выгодные варианты [1, 2]. Одним из наиболее перспективных, с точки зрения экологии, способов замены металлов является использование в конструкциях узлов пластиков, в частности, полимолочной кислоты (PLA) [3], применяемых в 3D-печати [4].

Однако, несмотря на широкое распространение 3D-печати PLA-пластиком, в открытой печати недостаточно полно представлены данные об исследованиях механических характеристик изготавливаемых изделий, о влиянии комплекса режимных параметров печати на эти характеристики. В связи с чем невозможно спрогнозировать физические свойства конечной продукции.

В рамках экспериментальных исследований изучали влияние температуры сопла и коэффициента заполнения образцов на их механические характеристики. Интервал варьирования температуры сопла (190–205) °С, коэффициента заполнения образца 10–40 %. Остальные параметры печати на поддерживались постоянными и имели следующие значения: форма заполнения образца – шестигранник, температура нагревательного столика 55 °С, скорость печати 60 мм/с. Интервал варьирования температуры был обусловлен рекомендациями производителя Bestfilament для данного вида пластика. Коэффициент заполнения образца также существенно влияет на прочность изделий. Но его превышение на 50 % ведет к увеличению стоимости и времени изготовления образцов.

Для изготовления образцов на всех этапах экспериментальных исследований использовали пластик для 3D-печати Bestfilament, материал – PLA, диаметр филамента – 1,75 мм, цвет – белый. Печать выполняли на 3D-принтере Flashforge Guider II с поддержанием требуемых параметров печати.

Испытания образцов на разрыв проводили на гидравлической разрывной машине с измерительным программным комплексом в комплекте Kason WDW-5, где образцы подвергались растягивающим усилиям до разрушения.

Результаты экспериментальных исследований представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты второго этапа экспериментальных исследований

Температура сопла, °С	Среднее значение $\sigma_{\text{рту}}$, МПа, при коэффициенте заполнения, %			
	10	20	30	40
190	16,77	18,41	18,99	20,14
195	18,64	19,15	19,37	19,91
200	18,10	19,28	19,58	20,02
205	17,42	18,38	20,83	21,41

Из табл. 1 видно, что с ростом коэффициента заполнения образца условный предел текучести $\sigma_{\text{рту}}$ увеличивается, причем линейно: при росте коэффициента заполнения на 30 % (с 10 до 40 %) $\sigma_{\text{рту}}$ увеличивается на 9,6 %, или на 1,92 МПа. В то же время зависимость $\sigma_{\text{рту}}$ от температуры сопла имеет явно выраженный экстремум, что может быть обусловлено ухудшением адгезии при выходе за пределы оптимальных параметров печати [2, 3]. Минимальные значения условного предела текучести наблюдаются при температурах сопла 190 и 205 °С, а максимум достигается в интервале (195–200) °С. Варьирование температуры сопла позволяет увеличить прочностные характеристики образца на 5 %.

Литература

1. Савченя А. А. Исследование влияния технологических параметров 3D-печати PLA-пластиком на механические характеристики изделий / А. А. Савченя, А. И. Ермаков // *Мировая экономика и бизнесадминистрирование малых и средних предприятий: материалы 16-го Междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 18-й Междунар. науч.-техн. конф. «Наука – образованию, производству, экономике»*, г. Минск, 26 марта 2020 г. – Минск: Право и экономика, 2020. – С. 231–232.

2. Третьякова А. А. Влияние температурных режимов 3D-печати на характеристики изделия / А. А. Третьякова, А. И. Ермаков // *Мировая экономика и бизнес-администрирование малых и средних предприятий: материалы 17-го Междунар. науч. семинара, проводимого в рамках 19-й Междунар. науч.-техн. конф. «Наука – образованию, производству, экономике»*, г. Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск: Право и экономика, 2021. – 213 с.

3. Третьякова А. А. Кукуруза как основное сырье для производства PLA-пластика / А. А. Третьякова, В. А. Ермакова, А. И. Ермаков // *Переработка и управление качеством сельскохозяйственной продукции: материалы 5-й Междунар. науч.-практ. конф.*, г. Минск, 25–26 марта 2021 г. – Минск: БГАТУ, 2021. – С. 74–76.

4. Ермаков А. И. Утилизация тары и упаковки / А. И. Ермаков. – Минск: БНТУ, 2017. – 194 с.