

## ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИЛАКТИДА

Наиболее ярким представителем технологий быстрого прототипирования является метод послойного наплавления (FDM), который подразумевает нанесение последовательных слоев материала, повторяющих контуры цифровой модели. Как правило, в качестве материалов для печати выступают термопластики. Полилактид, применяемый для производства изделий методом FDM, является малоизученным по сравнению с другими пластиками. Этот факт лег в основу исследований, целью которых является определение оптимального содержания вторичного материала без изменения свойств первичного и удешевление производства изделий из полилактида.

Полилактид (PLA) - биоразлагаемый, биосовместимый, термопластичный материал. Несмотря на тот факт, что отходы из биоразлагаемых полимеров могут самопроизвольно деградировать до безопасных соединений (углекислый газ и вода) за достаточно короткий срок, рациональнее использовать данные отходы для выделения из них ценных компонентов. На первоначальном этапе были изготовлены образцы с различным содержанием вторичного сырья (1, 3, 5, 10, 15, 20, 100 % мас. вторичного сырья). [1]

Оценка качества поверхности проводилась с помощью электронного микроскопа. В результате проведенных исследований были получены фотографии пластиков при 10 кратном приближении. Гладкой поверхностью обладали изделия, имеющие в своем составе до 10 % мас. вторичного сырья. С содержанием вторичного сырья более 10 % мас., изделия имели бугристую поверхность, большое количество несшитого между собой экструдата. Так же во время перемещения экструдера между областями печати, через него может просачиваться пластик, что говорит о неправильно подобранных условиях переработки. Если это произошло, то необходимо понижать температуру на 5 °С, до тех пор, когда пластик перестанет протекать.

Перед переработкой обязательно необходимо проводить сушку материала, т.к. полилактид очень хорошо впитывает влагу, поэтому очень важно соблюдать временные и температурные параметры переработки полилактида. В процессе хранения необходимо держать бобины материала в специальных помещениях с установками по осушению воздуха. Поэтому предварительно были определены показатели водопоглощения PLA. Исследования показали, что максимальное значение влаги набирается в течение первых 3 дней у полилактида. Максимальное содержание варьируется в пределах 2,7-4,0 % мас., в зави-

симости от содержания вторичного сырья, что недопустимо при переработке. Повышение влажности PLA способствует резкому увеличению скорости гидролитической деструкции, которая приводит к уменьшению молекулярной массы полимера, уменьшению вязкости расплава. Поэтому допустимая влажность:  $\leq 0,015-0,02$  % мас. [2].

Далее был проведен эксперимент по сушке PLA. Сушили материал при температуре 90-105° С в течение 2 часов. Сушку нужно проводить до содержания летучих и влаги не более 0,02 %. Только так можно добиться стабильности размеров готового изделия и минимизировать последующую усадку. Исследования показали, что минимальное значение содержания влаги достигалось через 2 часа после начала сушки. А максимальное значение вторичного сырья должно быть не более 10% (мас), далее наблюдается увеличение показателя усадки, что не допустимо при переработке.

В результате проведенных исследований можно сделать следующие выводы: рекомендуется добавление вторичного материала в количестве 10 % мас., при этом наблюдается незначительное ухудшение качества. При возникновении визуальных дефектов структуры единственным параметром, влияющим на гладкость поверхности, является температура 3D-печати, которую нужно варьировать в пределах  $\pm 5$  °С. PLA пластик при воздействии температуры имеет минимальную усадку, что позволяет печатать объемные 3D модели. Переработка биоразлагаемых полимеров, а в частности полилактида, является коммерчески привлекательным проектом, а технология переработки данных полимеров отвечает современным требованиям в области ресурсоэффективности и ресурсосбережения [3].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Щербакова, М.С. Изучение свойств филамента полилактида, применяемого в 3D-печати / Ефремова В.В. // в сборнике: Проблемы и инновационные решения в химической технологии (ПИРХТ-2019) 2019. С. 243-244.

2. Борисовская, Е.М. Исследование физико-механических и оптических свойств ПММА при введении вторичного полимера / Карманова О.В., Щербакова М.С., Калмыков В.В. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 1 (71). С. 264-270.

3. Шутилин, Ю.Ф. Изучение характеристик порошков полимеров для 3D-печати / Щербакова М.С., Хрипушин В.В., Борисова И.А. // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. 2017. Т. 79. № 4 (74). С. 157-164.