

2. Скорость потери массы зависит от летучести нефтепродуктов. Отмечено, что наиболее высокая скорость потери массы соответствует п-ксилолу, наиболее низкая соответствует пробам машинного масла (рис. 1, 2, кривая 3), более того, в контрольных пробах потеря массы машинного масла не зафиксирована.

3. Потеря массы в тройной смеси нефтепродуктов (п-ксилол + керосин + машинное масло) происходит значительно медленнее, чем у проб исходных нефтепродуктов. Можно предположить, что в смеси нефтепродуктов происходит физико-химическое взаимодействие компонентов.

Таким образом, воздействие поля электрического разряда является высокоинтенсивным физическим фактором, ускоряющим испарение легких фракций нефтепродуктов, и по своей эффективности служит в определенной степени альтернативой тепловым воздействиям на нефтепродукты с целью их возгонки и/или отделения летучих фракций. Наиболее вероятно, что электрическая поляризация молекул жидкости обуславливает смещение равновесия парциальных мольных свободных энергий в системе жидкость–пар. Это снижает физико-химическое взаимодействие молекул поверхностного слоя с другими молекулами и облегчает их переход в парогазовую фазу.

Литература

1. Ахметов, А. Ф. Основы нефтепереработки : учеб. пособие / А. Ф. Ахметов, Н. К. Кондрашева, Е. В. Герасимова. – Уфа, 2011. – 301 с.
2. Эрих, В. Н. Химия и технология нефти и газа : учебник / В. Н. Эрих, М. Г. Расина, М. Г. Рудин. – Л. : Химия, 1985. – 408 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ НА РАЗРЫВ ПЛАСТИКА ПЭТ-БУТЫЛОК И ЕГО ПЕРЕРАБОТКА ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ФИЛАМЕНТОВ ДЛЯ 3D-ПЕЧАТИ

А. А. Михальченко

Учреждение образования «Белорусский государственный университет транспорта», г. Гомель

Научный руководитель д-р техн. наук, проф. А. Б. Невзорова

Полиэтилентерафталат (ПЭТ) широко используется при производстве бутылок различного назначения. Одной из основных характеристик этого материала является то, что он входит в группу материалов, известных как полиэферы, он также характеризуется своей кристалличностью. Основным компонентом этого материала является углерод, и благодаря другим веществам, входящим в его состав, его можно формовать с использованием тепла или давления. В дополнение к свойствам этого материала, которые отличают его от других, наиболее заметным является его устойчивость к деградации [1].

В мире воздействие на окружающую среду из-за использования ПЭТ-бутылок велико, если не будет принята культура переработки и если не будет проведено исследование, которое выявит факторы, препятствующие снижению экологического воздействия, мы продолжим наблюдать чрезмерное использование этого материала [2], [3].

Рынок 3D-печати – один из самых быстрорастущих секторов. Ожидается, что к 2023 г. рынок вырастет более чем на 25 % по сравнению с 2017 г. и достигнет более 10 млн долл. США. 3D-печать – это относительно новая технология, которая стала очень популярной в последние десять лет. Простота и низкая стоимость способствовали тому, что она в основном используется в прототипировании и мелкосерийном производстве. В последние годы использование 3D-печати стало более популярным

в различных отраслях промышленности, причем аэрокосмическая, военная, автомобильная, медицинская и строительная отрасли все чаще используют ее в своих интересах.

Количество термопластичных отпечатков постоянно растет с развитием аддитивных технологий, поэтому возникает проблема обращения с отходами. Решением могут быть филаменты (или нити), полученные при переработке пластмасс. Нити или жгуты, используемые в 3D-печати, чаще всего формируются в процессе экструзии путем введения в экструдер гранулята или полимерного порошка, который под воздействием температуры преобразуется в однородный материал в виде нити с заданными параметрами, адаптированными к размеру печатающего элемента.

Целью работы является определение возможности переработки ПЭТ-бутылок для производства филаментов для 3D-печати и исследование их физико-механических свойств.

Переработка пластика в филамент обычно включает его измельчение на мелкие кусочки и продавливание через шнековый экструдер. Однако можно использовать другой подход с PetBot, в ходе которого ПЭТ-бутылки разрезаются на ленту, а затем превращаются в нить.

Резка ленты и экструзия происходят в двух совершенно разных процессах на одной и той же машине. ПЭТ-бутылка подготавливается путем отрезания дна, а открытый край проталкивается между парой подшипников, где резак разрезает бутылку на одну длинную полосу, когда ее скручивает приводная катушка. Затем катушка с лентой перемещается на вторую ступень машины, которая протягивает ленту через горячий конец, очень похожий на 3D-принтер. В то время как большинство обычных экструдеров проталкивают пластик через сопло с помощью винта, PetBot нагревает ленту только до температуры чуть выше ее температуры стеклования, что позволяет приводной катушке медленно протягивать ее через сопло, не ломаясь. Вентилятор охлаждает нить непосредственно перед тем, как она пойдет на катушку. На обеих стадиях процесса используется один и тот же шаговый двигатель.

Одним из недостатков является ограничение длины нити материалом в одной бутылке. Получение большей длины потребует сплавления ленты после резки или нити после экструзии, что не так просто, как может показаться. Процесс, скорее всего, будет ограничен большой бутылкой из-под газировки с гладкими внешними поверхностями, чтобы толщина и ширина ленты были максимально одинаковыми [4].

В качестве испытуемых образцов были подготовлены ленты пластика из ПЭТ-бутылок голубого цвета, отличающиеся между собой шириной испытуемых образцов (см. таблицу).

Зависимости нагрузки при разрыве от размера образцов

Размеры образцов, мм	Нагрузка при разрыве, кг · с/см ²			
	1	2	3	Средняя
150 x 10	4,16	4,12	4,20	4,16
150 x 3	0,92	0,82	0,93	0,89
150 x 9 (жгут из лент по 3 мм)	2,30	1,20	1,00	1,50

Пластик голубых ПЭТ-бутылок один из самых жестких, однако в расплавленном виде является наиболее текучим из всех.

Анализируя данные, полученные в ходе проведения эксперимента, следует отметить, что наибольшей прочностью обладают образцы размером 150 x 10 мм со средней нагрузкой при разрыве, равной $4,15 \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{см}^2$. Следом за ними по прочностным характеристикам расположились образцы размером 150 x 3 мм (жгут из трех лент, размером 150 x 3 мм), со средней нагрузкой при разрыве, равной $1,50 \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{см}^2$. Самой низкой прочностью характеризуются образцы наименьшего размера 150 x 3 мм, чья средняя нагрузка при разрыве составляет всего $0,89 \text{ кг} \cdot \text{с}/\text{см}^2$.

Таким образом, при непосредственном производстве филамента, включающем этапы роспуска на ленты и нагревания материала до температуры стеклования, прочность может значительно увеличиться в виду изменения структуры и плотности исходного материала. Аддитивное производство при переработке полимеров может протекать с одновременным улучшением тепловых, механических и трибологических свойств материалов путем формирования композитов, представляющих собой полимерную матрицу, армированную волокном, керамикой и другими типами усилителей.

Литература

1. Нить 3D-печати как вторая жизнь отходов пластмасс-обзор. / К. Микула [и др.]. – Режим доступа: <https://doi.org/10.1007/s11356-020-10657-8>. – Дата доступа: 20.04.2022.
2. Experimental determination of the tensile strength of fused deposition modeling parts / K. Savvakis [et al.] // Conference : American Society of Mechanical Engineers-International Mechanical Engineering Congress & Exposition, At Montreal. – 2014. – P. 1–6.
3. The Latest Flashforge Software, Firmware, and User Manual Downloa. – Режим доступа: <http://www.flashforge.com.hk/downloads.html>. – Дата доступа: 20.04.2022.
4. Evaluation of dimensional accuracy and material properties of the MakerBot 3D-desktop printer / Garrett W [et al.] // Rapid Prototyping Journal. – 2015. – Vol. 21, № 5.
5. Effect of Layer Thickness and Printing Orientation on Mechanical Properties and Dimensional Accuracy of 3D-Printed Porous Samples for Bone Tissue Engineering / A. Farzadi [et al.] // PLOS. – 2014. – № 9.

ИННОВАЦИИ В РАСЧЕТЕ ПОДЪЕМНО-НАВЕСНОГО УСТРОЙСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ТРАКТОРА

Г. Г. Кудренко

*Учреждение образования «Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого», Республика Беларусь*

Научный руководитель канд. техн. наук, доц. В. Б. Попов

Подъемно-навесное устройство (механизм навески – МН) служит для присоединения к универсальному энергетическому средству (УЭС) навесных, полунавесных сельскохозяйственных машин, для регулировки рабочего положения, подъема в транспортное и опускание в рабочее положение навесных и полунавесных машин при помощи трехточечной системы механизма навески.

Данный вид навески имеет широкое применение среди сельскохозяйственных тракторов, а также УЭС для агрегатирования с большинством почвообрабатывающих машин сплошной обработки почвы, с посевными, посадочными, некоторыми уборочными машинами.

Расчеты подъемно-навесного устройства (ПНУ) и МН ведутся графо-аналитическим методом [1], [2].