**Композиционный углеволокнистый филамент с матрицей на основе полимерного сплава полиэфиримид-полиэфирсульфон**

***Веверис А.А.***

*Аспирант, 4 год обучения*

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСИС»,  
Москва, Россия*

*E-mail:* [*mrechoru48@gmail.com*](mailto:ivanov@yandex.ru)

3D-печать полимерных композиционных материалов, армированных непрерывными волокнами, является эффективным способом повышения прочностных свойств печатных изделий. В ней используются композиционные филаменты (прутки) на основе углеродной нити, пропитанной термопластичным полимером. Перспективным для их получения является применение высокотемпературных сплавов полиэфиримид-полиэфирсульфон (ПЭИ–ПЭСФ) с дисперсной микроструктурой, впервые описанных в патенте [1].

Целью работы является получение непрерывно армированного углеродным волокном филамента на основе полимерного сплава полиэфиримид-полиэфирсульфон, удовлетворяющего требованиям: содержание полимера не ниже 40 об. %, диаметр 0,60 ± 0,05 мм, округлость (соотношение полуосей поперечного сечения) не ниже 0,90. Для исследования были выбраны полиэфиримид марки Ultem™ 1000P, полиэфирсульфон марки Ultrason® E2020P и углеродная некрученая комплексная нить марки UMT42-3K.

В ходе исследований, было проведено литье полимерных пленок из смесей полимеров в общем растворителе (N-метилпирролидон) с концентрацией 25 масс. % и последующей сушкой при 150 °С в течение 4 часов. Оптической микроскопией темного поля было обнаружено, что при превышении концентрации ПЭСФ в 10 масс. % в смеси наблюдается спинодальный распад с образованием двух со-непрерывных фаз, приводящим к получению хрупких пленок, легко разрушающихся по межфазным границам.

Получение филаментов производилось непрерывной пропиткой углеродной нити вышеуказанным раствором с содержанием ПЭСФ в 10 масс. % с протяжкой через фильеру диаметром 0,8 мм по методике, описанной в статье [2] для материалов на основе чистого ПЭСФ. Получены образцы композиционных филаментов с объёмной долей полимера 42,0 ± 4,7 %, диаметром 0,67 ± 0,03 мм при округлости 0,80 ± 0,09, что показало возможность получения подобных материалов растворным методом, но не привело к получению непрерывного филамента с целевым уровнем свойств.

В качестве альтернативы растворному методу, в работе использовался суспензионный, описанный в публикации [3], с пропиткой нити водной суспензией смеси порошков полимеров в том же соотношении и последующим ИК-нагревом для сушки и спекания полимера, а также протягиванием материала через фильеру диаметром 0,6 мм при температуре 380 °С. Таким образом был получен образец композиционного филамента с объемным содержанием полимера 56,5±2,9 % и внешним диаметром 0,59±0,01 мм с округлостью 0,94±0,03, что удовлетворяет вышеуказанным требованиям. При микроскопии поперечных сечений филамента обнаружены включения дисперсной фазы, что подтверждает соответствие морфологии полимерных пленок и полимерной матрицы в полученном композиционном материале.

**Литература**

1. Патент № WO1983003417A1. World Intellectual Property Organization. Polyetherimide-polysulfone blends: № PCTUS1983000443: заявл. 29.03.1983: опубл. 13.10.1983 / D.M. White, H.F.G. Jr, R.O. Matthews.

2. Веверис А.А., Калошкин С.Д. Получение и свойства тоупрегов на основе углеродных волокон, пропитанных полиэфирсульфоном по растворному методу // Материаловедение. — 2024. — № 10. — C. 27–31.

3. Kobykhno I., Honcharenko D., Yadykin V., Stolyarov O., Tolochko O. Effect of introduction of fullerene soot on mechanical properties of unidirectional thermoplastic tape // MATEC Web of Conferences. — EDP Sciences, 2018. — Т. 245. — C. 04011.