

# И МОНО, И НАНО

ТЕКСТ Светлана Сабилу

ФОТО Виктория Анискевич-Клопоцкая

Текстильные материалы на основе волокон полиэтилентерефталата (ПЭТФ) широко применяются во всех отраслях промышленности, сельского хозяйства и в быту. Связано это с уникальными свойствами полиэфирных волокон: помимо высоких технических характеристик (однородность по толщине, высокая прочность, химическая стойкость, устойчивость к многократным деформациям, истиранию) их отличают хорошая воздухопроницаемость, гигиеничность и гипоаллергенность. Единственный существенный недостаток изделий из полиэфирных волокон — высокая горючесть.

Ученые Белорусского государственного технологического университета совместно со специалистами центральной исследовательской лаборатории ОАО «Могилевхимволокно», которую возглавляет кандидат технических наук Юрий Можейко, занялись проблемой создания волоконной продукции пониженной горючести в сочетании с высокими физико-механическими показателями. Работа осуществляется в рамках Государственной программы научных исследований на 2021–2025 годы «Материаловедение, новые материалы и технологии» (подпрограмма «Много-

функциональные и композиционные материалы»).

Достаточно эффективные методы огнезащиты синтетических волокнообразующих полимеров — это введение замедлителей горения в расплав полимера, модификация химического состава моновеньев и поверхностная обработка волокон на стадии их получения. Однако внесение замедлителей горения в расплав полимера приводит к ухудшению физико-механических и волокнообразующих свойств полимерного материала, а поверхностная пропитка замедлителями горения не-

устойчива к водным обработкам из-за химической инертности полиэфирного материала и бездефектности поверхности его волокон. Поэтому проводимое научное исследование весьма актуально.

— Цель работы — модифицировать наночастицами диоксида титана (TiO<sub>2</sub>) полиэтилентерефталат на стадии его синтеза в лабораторных условиях, сформировать мононити и их термовытянуть методами, приближенными к промышленной технологии производства полиэфирных нитей в ОАО «Могилевхимволокно», а также изучить их стойкость





к горению и прочность, – отметил профессор кафедры полимерных композиционных материалов БГТУ, член-корреспондент НАН Беларуси, доктор химических наук, заслуженный деятель науки Республики Беларусь Николай Прокопчук. – Ранее мы научно обосновали и экспериментально подтвердили возможность существенного упрочнения (до 43%) лабораторных ПЭТФ-моноплетей, вытянутых в 4,8 раза из полимера, модифицированного углеродными нанотрубками на стадии его синтеза. Поэтому целесообразно было продолжить работы по модификации ПЭТФ наночастицами другой природы – оксидами металлов на стадии синтеза полимера наночастицами  $\text{TiO}_2$  в количестве 0,005; 0,010; 0,015; 0,020 % масс.

Определение стойкости к горению образцов ПЭТФ проводилось по ГОСТ «Пластмассы. Методы определения стойкости к горению» (метод Б). Полученные результаты показали, что при различном содержании наночастиц диоксида титана наблюдается существенное замедление горения ПЭТФ-нитей с увеличением в них содержания частиц  $\text{TiO}_2$ . При увеличении содержания  $\text{TiO}_2$  до 0,015% масс. время горения до самозатухания снижалось с 22 сек. до 1 сек.

Как уточнил ученый, поведение расплава в гравитационном поле принципиально меняется: если капли расплава немодифицированного ПЭТФ крупнее и падают с большой

скоростью, то по мере увеличения концентрации наночастиц  $\text{TiO}_2$  скорость падения капель замедляется, и они вытягиваются в волокна. То есть наночастицы  $\text{TiO}_2$  влияют на межмолекулярные связи в расплавах ПЭТФ за счет взаимодействия их активной поверхности с полярными группами  $-\text{COOH}$  и  $-\text{OH}$  полимера. Полученные результаты свидетельствуют о замедлении горения ПЭТФ в присутствии сверхмалых количеств  $\text{TiO}_2$ . Одновременно ПЭТФ-нити упрочнились с 26 сН/текст до 35 сН/текст.

Таким образом, Николай Прокопчук предложил возможный механизм замедления горения и упрочнения: наночастицы образуют систему взаимопроницающих физических сеток в объеме ПЭТФ (сетка, созданная за счет взаимодействия карбонильных и гидроксильных групп макромоле-

кул полимера, пронизывается сеткой из наночастиц  $\text{TiO}_2$  с высокой поверхностной энергией). В этой системе повышается потенциальный барьер Ед разрушения химических связей в макромолекулах и, соответственно, порогов механодеструкции и высокотемпературного окисления (горения). Кроме того, наночастицы замедляют развитие цепных процессов, взаимодействуя с образующимися макрорадикалами, и тем самым снижают их активность.

Одновременное замедление горения и упрочнения ПЭТФ наночастицами  $\text{TiO}_2$ , введенными в сверхмалых количествах (до 0,015% масс.), имеет практическое значение, так как позволяет улучшить важнейшие эксплуатационные свойства ПЭТФ-нитей без существенного увеличения их стоимости. ◆

