

УДК 54

## МОРФОЛОГИЯ И ТЕРМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА НАНОКОМПОЗИТНЫХ ПЛЕНОК НА ОСНОВЕ ПОЛИВИНИЛЕНДЕНФТОРИДА С ДОБАВЛЕНИЕМ ДИСУЛЬФИДА ВОЛЬФРАМА

**Набиев А.А.<sup>1,2</sup>, Мустафаев И.И.<sup>1</sup>, Нуриев М.А.<sup>1</sup>, Ажибеков А.К.<sup>2,3</sup>, Вершинина Т.Н.<sup>2,4</sup>, Пономарева О.Ю.<sup>2,4</sup>**

<sup>1</sup> МНОАР Институт Радиационных Проблем, Баку, Азербайджан

<sup>2</sup> Объединённый институт ядерных исследований

<sup>3</sup> Кызылординский университет им. Коркыт Ата, Кызылорда, Казахстан

<sup>4</sup> Государственный университет "Дубна"

E-mail: asifnebi@gmail.com

**Ключевые слова:** Полимерно-матричные наноккомпозиты, кристаллизация, степень кристалличности, межфазные эффекты.

Включение наноматериалов в полимер является эффективным способом разработки превосходных материалов с улучшенными или новыми свойствами, возникающими в результате синергетического эффекта наполнителя и матрицы. Возможность улучшения различных свойств полимеров путем добавления многофункциональных нанонаполнителей привлекает все большее внимание исследователей из различных областей науки и техники. Понимание кристаллизации полимеров обеспечивает эффективный способ прогнозирования и корректировки свойств для адаптации к их применению.

В данной работе при изготовлении композитных пленок с добавлением наночастиц WS<sub>2</sub> мы использовали в качестве полимерной матрицы порошок поливинилиденфторид (PVDF; Sigma Aldrich, США) со средней молекулярной массой  $M_n=534\ 000$ , показателем преломления 1.42, степенью кристалличности ок. 50-60%, температурой стеклования  $T_g = -38\ ^\circ\text{C}$ , температурой плавления  $T_{пл} = 171\ ^\circ\text{C}$ , плотностью 1.74 кг/м<sup>3</sup>. В качестве неорганического наполнителя использовались наночешуйки WS<sub>2</sub> (Sigma Aldrich, Япония), номер CAS: 12138-09, средний размер частиц 90 нм (SEM), плотность 7.5 г/см<sup>3</sup>. Дисульфид вольфрама WS<sub>2</sub> — перспективный нано-наполнитель, хорошо подходящий для изготовления полимерных композитов благодаря своим превосходным механическим, термическим, электронным и оптическим свойствам. Но в тоже время имеется крайне мало литературных данных по композитам с добавлением наночешуек WS<sub>2</sub>. В данной работе композитные пленки с различным содержанием наночешуйки WS<sub>2</sub> (1-10 мас.%) были изготовлены методом термического прессования под высоким давлением. Сначала смесь PVDF с необходимым количеством наночастиц наполнителя WS<sub>2</sub> готовили путем смешивания сухих порошков с последующим плавлением. Затем смесь подвергли горячему прессованию при температуре 180 °C и давлении 15 МПа. Завершающим этапом была быстрая закалка в ванне с ледяной водой. Все образцы были изготовлены в виде тонких пленок; толщина и диаметр составляли 80-100 мкм и 4 см соответственно.

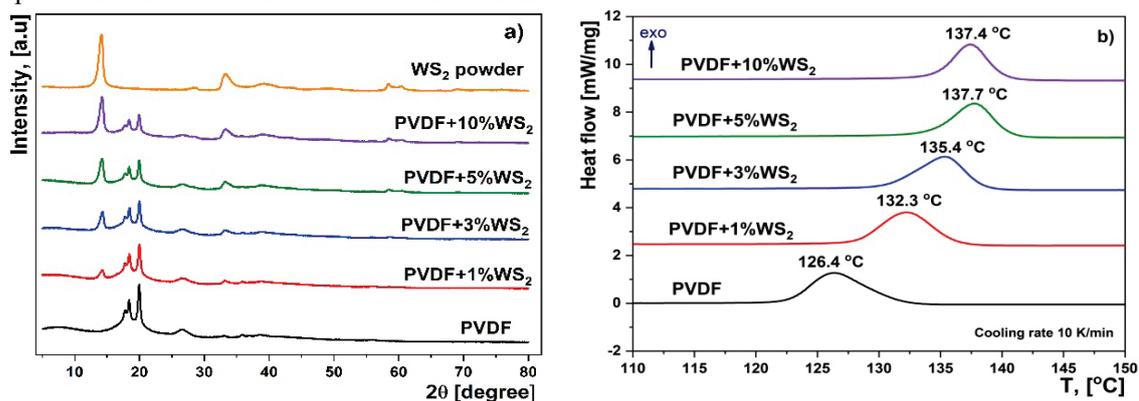


Рис. 1. Рентгенограммы (а) и ДСК-термограммы (б) PVDF/WS<sub>2</sub> наноккомпозитных пленок

Структура полученного композита изучалась методами рентгенофазового анализа (Рисунок 1а). Результаты микроскопии показали, что агрегаты наночастиц WS<sub>2</sub> в целом распределены однородно. С целью изучения влияния наполнителя напo-WS<sub>2</sub> на надмолекулярную структуру и термические свойства пленок PVDF был проведен анализ методом дифференциальной сканирующей калориметрии (Рисунок 1б). Результаты показали, что введение наночастиц WS<sub>2</sub> незначительно уменьшает температуру плавления композита и существенно увеличивает температуру кристаллизации.