

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПСФ- И СВМПЭ-НАНОКОМПОЗИТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ ТВЕРДОФАЗНОЙ ЭКСТРУЗИЕЙ*

Создание композиционных полимеров с повышенными качественными показателями требует тщательного исследования структуры, молекулярного строения, релаксационных и физико-механических свойств исходных полимерных материалов и композитов, полученных на их основе. В большей степени это касается материалов, прошедших обработку давлением в твердой фазе, в результате которой материал становится ориентированным. Одними из важнейших эксплуатационных свойств таких материалов являются теплостойкость и уровень внутренних напряжений.

Для определения внутренних ориентационных напряжений ($\sigma_{\text{ост}}$) и величины теплостойкости ($T_{\text{тп}}$) в экструдатах, полученных твердофазной экструзией, использовали метод построения диаграмм изометрического нагрева (ДИН). Исследования проводили на экспериментальной установке с использованием специально разработанной программы сбора данных [1].

Объектами исследования служили композиты на основе полисульфона (ПСФ) марки ПСФ и сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) марки 21506-000. Модифицирующей добавкой являлся углеродный наноматериал «Таунит» в виде сыпучего порошка. Производитель УНМ «Таунит» – ООО «НаноТехЦентр» (г. Тамбов).

При анализе полученных экспериментальных данных установлено, что у ПСФ-композиции с содержанием 1 м.ч. УНМ наблюдается увеличение температуры теплостойкости примерно на 20...25° и снижение уровня внутренних напряжений на 25 % в сравнении с исходным материалом (рис. 1).

Аналогичные закономерности выявлены ранее при исследовании нанокompозитов на основе сверхвысокомолекулярного полиэтилена (СВМПЭ) (рис. 2).

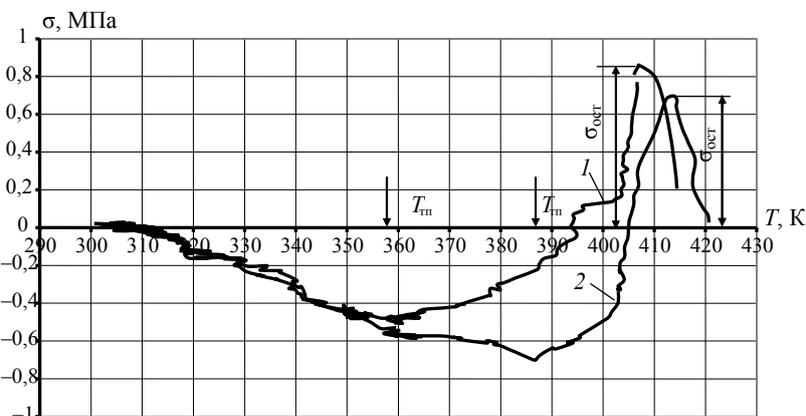


Рис. 1. Диаграмма изометрического нагрева образцов ПСФ (1) и ПСФ + 1 м.ч. УНМ (2), экструдированных при $\lambda_{\text{экс}} = 2,52$ и температуре 461 К. Скорость поднятия температуры 1,7 град/мин

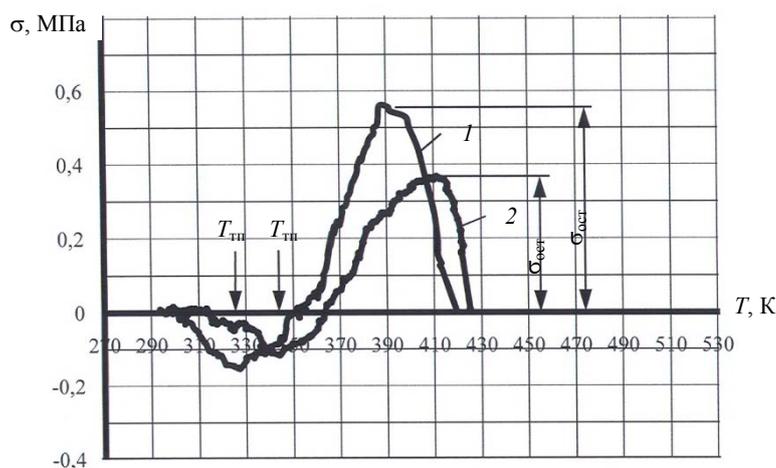


Рис. 2. Диаграмма изометрического нагрева образцов СВМПЭ (1) и СВМПЭ + 5,0 м.ч. УНМ (2), экструдированных при $\lambda_{\text{экс}} = 2,52$ и $T_{\text{экс}} = 295$ К. Скорость поднятия температуры 1,7 град/мин

В ходе сравнительного анализа полученных графиков отмечен факт снижения уровня внутренних напряжений в 1,5 раза, а также увеличения температуры теплостойкости на 15...20° в СВМПЭ-нанокompозите при введении 5 м.ч. УНМ в сравнении с исходным СВМПЭ.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. Г.С. Баронина при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках аналитической ведомственной Программы «Развитие научного потенциала высшей школы», код РНП.2.2.1.1.5355 и Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF) в рамках Программы «Фундаментальные исследования и высшее образование» (BRNE) на 2007 – 2010 гг. (НОЦ-019 «Твердофазные технологии»).

Оценивая физико-механические показатели в условиях напряжений среза полимерных композитов, прошедших ТФЭ в сравнении с ЖФЭ-полимером, следует отметить резкое повышение прочностных характеристик материала в направлении, перпендикулярном ориентации. Наибольшее повышение прочности в условиях среза наблюдается после обработки композиции ПСФ + 1 м.ч. УНМ при температуре 461 К, по сравнению с материалом, переработанным через стадию расплава (рис. 3).

При анализе концентрационных зависимостей прочности в условиях среза $\tau_{ср}$ полимерной системы СВМПЭ + УНМ, полученных горячим прессованием и ТФЭ, можно сделать вывод, что в данном случае на свойства материала в большей степени оказывает влияние твердофазная технология и в меньшей степени – состав полимерной системы.

В ходе сравнительного анализа результатов исследований двух полимерных систем, прошедших обработку давлением в твердой фазе, можно сделать следующие выводы:

1. Модифицирующие добавки углеродного наноматериала «Таунит» одинаково положительно влияют на свойства экструдатов, что выражается в повышении температуры теплостойкости и снижении уровня внутренних ориентационных напряжений.

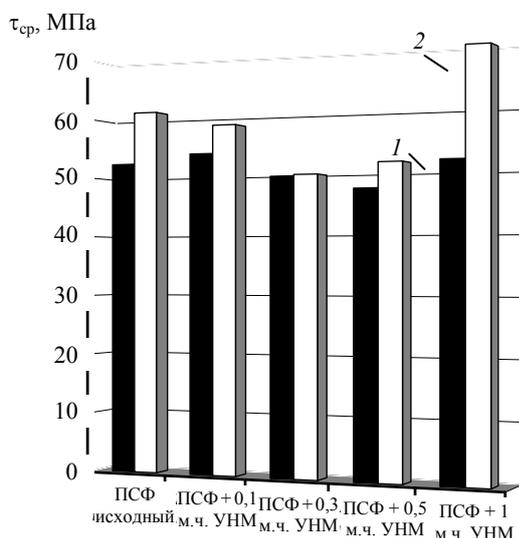


Рис. 3. Диаграмма изменения прочности в условиях среза $\tau_{ср}$ ПСФ-композиций, полученных ЖФЭ (1) и ТФЭ при $\lambda_{экс} = 2,07$, $T_{экс} = 461$ К (2)

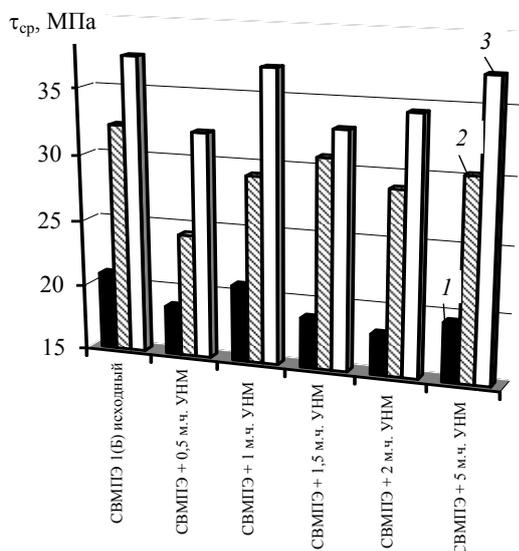


Рис. 4. Концентрационные зависимости прочности в условиях среза $\tau_{ср}$ полимерной системы СВМПЭ + УНМ, полученных горячим прессованием (1) и ТФЭ, при $\lambda_{экс} = 2,07$, $T_{экс} = 293$ К (2) и $T_{экс} = 483$ К (3)

2. При оценке прочности в условиях срезающих напряжений отмечена существенная роль как твердофазной технологии, так и влияние модифицирующих добавок в формировании эксплуатационных свойств композитов с повышенными качественными показателями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Крутов, А.Ю. Экспериментальная установка для определения теплостойкости и внутренних напряжений в полимерах с использованием компьютерных технологий / А.Ю. Крутов, С.А. Иванов // Сборник статей магистрантов. – 2006. – Вып. 5. – С. 86 – 89.