

*Магистерская программа 150400.37*

## **Машины и оборудование промышленной экологии**

**Руководитель программы к.т.н., проф. Ткачев А. Г.**

*Иванов С. А., Иванова И. В., Завражин Д. О.*

### **ТВЕРДОФАЗНАЯ ЭКСТРУЗИЯ ПОЛИМЕРНЫХ НАНОКОМПОЗИТОВ**

*Работа выполнена под руководством д.т.н., проф. Баронина Г. С.*

*ТГТУ, Кафедра «Теория машин, механизмов  
и детали машин»*

В настоящее время проблема получения высокопрочных полимерных материалов и изделий находится под пристальным вниманием исследователей. Успешный путь решения этой проблемы связан с использованием методов пластического деформирования материалов в твердом состоянии, обеспечивающих высокую степень ориентации как аморфным, так и частично кристаллическим полимерам.

Существует ряд технологических процессов ориентационного пластического деформирования полимеров в твердом состоянии: холодная вытяжка, твердофазная экструзия (ТФЭ), прокатка.

Объектами исследования настоящей работы являются сополимер акрилонитрила, стирола и бутадиена (АБС-сополимер), и полиэтилен высокой плотности ПЭВП. В качестве модифицирующих добавок применяли: углеродные наноматериалы «Таунит» - наномасштабные нитевидные образования поликристаллического графита в виде сыпучего порошка. Производитель УНМ «Таунит» - ООО «НаноТехЦентр» (Тамбов).

Опыты по твердофазной плунжерной экструзии полимерных образцов при температуре ниже  $T_{пл}$  проводили на экспериментальной установке типа капиллярного вискозиметра с загрузочной камерой диаметром 5мм и набором сменных фильер. Измерялось давление, необходимое для твердофазной экструзии исследуемых композитов на основе АБС и ПЭВП в зависимости от состава, температуры и геометрических параметров зоны выдавливания.

Зависимость необходимого давления ТФЭ от содержания УНМ для композиций ПЭВП+УНМ представлена на рис.1. Экспериментально установлено, что введение малых добавок модификатора УНМ в количестве 0,5 м.ч. снижает необходимое давление формования.

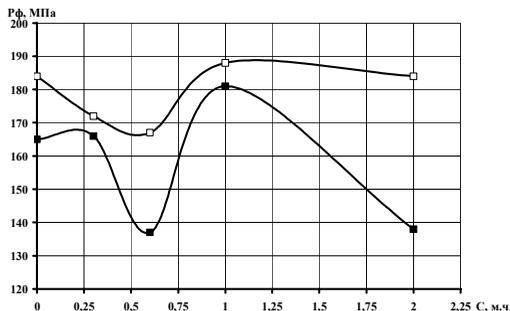


Рис. 1. Зависимость необходимого давления ТФЭ для ПЭВП- композиций от количества модификатора:  $\lambda_{экс}=2.07$ ;  $T_{экс}=22^{\circ}\text{C}$  (□) и  $T_{экс}=86^{\circ}\text{C}$  (■)

При оценке физико-механических показателей в условиях напряженный среза полимерных композитов, прошедших ТФЭ по сравнению ЖФЭ - полимером, наблюдается резкое повышение прочностных характеристик материала в направлении, перпендикулярном ориентации. Наибольшее повышение прочности в условиях среза наблюдается после обработки ПЭВП при температуре вблизи  $T_{пл}$ , по сравнению с ТФЭ при комнатной температуре, и введении в полимерную матрицу модифицирующих добавок УНМ в количестве 0,5 м.ч. (рис. 2).

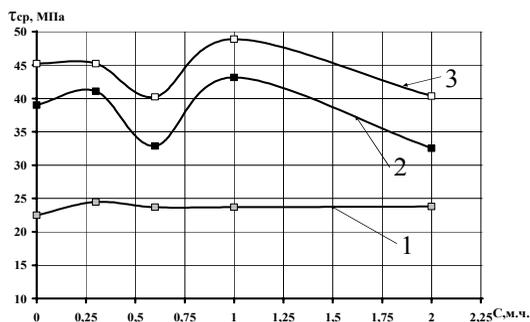


Рис. 2. Зависимость разрушающего напряжения в условиях среза  $\tau_{ср}$  ПЭВП – композиций, полученных ЖФЭ (1) и ТФЭ при  $\lambda_{экс}=2.07$ ,  $T_{экс}=22^{\circ}\text{C}$  (2) и  $T_{экс}=86^{\circ}\text{C}$  (3) от количества модификатора.

Проводились экспериментальные исследования ударной вязкости исходного ПЭВП и композиций ПЭВП+УНМ в зависимости от содержания углеродного модификатора. Максимальное значение ударной вязкости отмечено при содержании 0,6 м.ч.УНМ в ПЭВП.

Для определения внутренних ориентационных напряжений в экструдатах и величины теплостойкости  $T_{тп}$ , полученных ТФЭ полимерных композиций, использовали метод построения диаграмм изометрического нагрева. Исследования проводили на специально разработанной экспериментальной установке с АЦП и ПК.

Установлено, что введение малых добавок УНМ в ПЭВП приводит к формированию структуры с повышенной теплостойкостью и низким уровнем внутренних напряжений в материале.

Отмеченные закономерности должны учитываться при выборе технологических режимов ТФЭ и в других процессах обработки полимерных композитов давлением в твердой фазе.

#### Список литературы

1. Баронин Г.С. Переработка полимеров в твердой фазе. Физико- химические основы / Г.С. Баронин, М.Л. Кербер, Е.В. Минкин, Ю.М. Радько. – М:Машиностроение – 1,2002. – 320 с.
2. Радько Ю.М., Минкин Ю.В., Кербер М.Л., Акутин М.С. Установка для определения остаточных напряжений в ориентированных термопластах. Заводская лаборатория. 1980. №7.С.669 – 670.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках аналитической ведомственной программы «Развитие научного потенциала высшей школы», код РНП. 2. 2. 1. 1. 5355.*