

УДК 67.02:66-963

*Д.О. Завражин, А.Г. Попов, М.С. Толстых,
Д.Е. Кобзев, И.Ю. Кобзева**

**ТВЕРДОФАЗНАЯ ЭКСТРУЗИЯ САЖЕНАПОЛНЕННЫХ
ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

Технологические методы обработки полимеров давлением в твердом агрегатном состоянии известны сравнительно недавно. Твердофазные технологии основаны на развитии пластической деформации материала в условиях высокого гидростатического давления. Существует ряд технологических процессов ориентационного пластического деформирования полимеров в твердом состоянии: холодная вытяжка, твердофазная экструзия (ТФЭ), прокатка [1].

Модификация полимерных материалов введением в полимерную матрицу различных наполнителей открывает большие перспективы для создания материалов с принципиально новыми заданными технологическими и эксплуатационными свойствами.

Из неорганических тонко- и среднедисперсных наполнителей наибольшее распространение получили сажа, мел, каолин и природный диоксид кремния. Сажа используется в качестве эффективного структурирующего наполнителя полимеров ПЭВД, ПВХ, ПЭНД, ПП, ФФП, ЭС. Введение сажи способствует долговечности изделий, повышает их сопротивление светостарению.

В качестве объекта исследований использовали сополимер акрилонитрила, бутадиена и стирола (АБС-сополимер) (ГОСТ 12851–87). В качестве модифицирующей добавки применяли технический углерод (сажа) марки К354.

Опыты по твердофазной плунжерной экструзии полимерных образцов при комнатной температуре проводили на экспериментальной установке типа капиллярного вискозиметра с загрузочной камерой диаметром 5 мм и фильерой с экструзионным отношением $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$; эксперименты проводились при $T_{\text{экс}} = 298$ К. Измерялось давление, необходимое для твердофазной экструзии исследуемых композитов на основе АБС-сополимера.

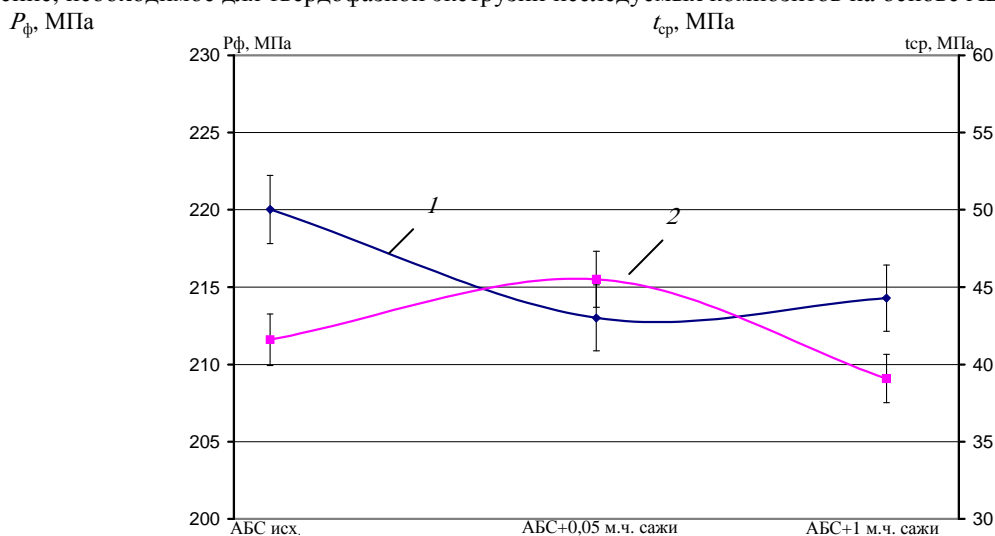


Рис. 1. График зависимости необходимого давления формирования (1) $P_{\text{ф}}$ и прочности в условиях срезающих напряжений $\tau_{\text{ср}}$ (2) от содержания модификатора: $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$; $T_{\text{экс}} = 298$ К

Проведенные испытания по оценке физико-механических показателей в условиях напряжений среза после ТФЭ показали повышение прочностных характеристик материала в направлении, перпендикулярном ориентации. Экспериментальные результаты приведены на рис. 1.

Из графика видно, что введение незначительного количества модификатора (0,05 мас. ч.) приводит к снижению необходимого давления формирования при ТФЭ и повышает прочностные характеристики в условиях срезающих напряжений.

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ТГТУ Г.С. Баронина, директора НОЦ "Твердофазные технологии".

Для определения остаточных ориентационных напряжений и величины теплостойкости материалов, полученных твердофазной экструзией, использовался метод построения диаграмм изометрического нагрева.

Установлено, что введение малых добавок модификатора в полимерную матрицу приводит к формированию структуры с повышенной теплостойкостью и низким уровнем остаточных напряжений в материале (рис. 2). Из рисунка 2 видно, что при внесении в полимерную матрицу 0,05 мас. ч. сажи возрастает температура теплостойкости и значительно снижаются остаточные напряжения композиционного материала.

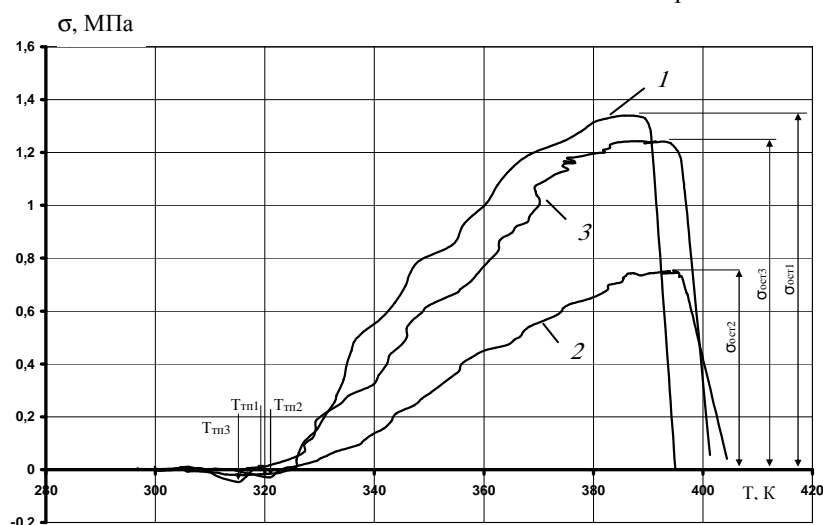


Рис. 2. Диаграмма изометрического нагрева образцов АБС исх (1), АБС + 0,05 мас. ч. сажи (2), АБС + 0,1 мас. ч. сажи (3). $d = 3,9$ мм. Скорость поднятия температуры 1,7 °С/мин

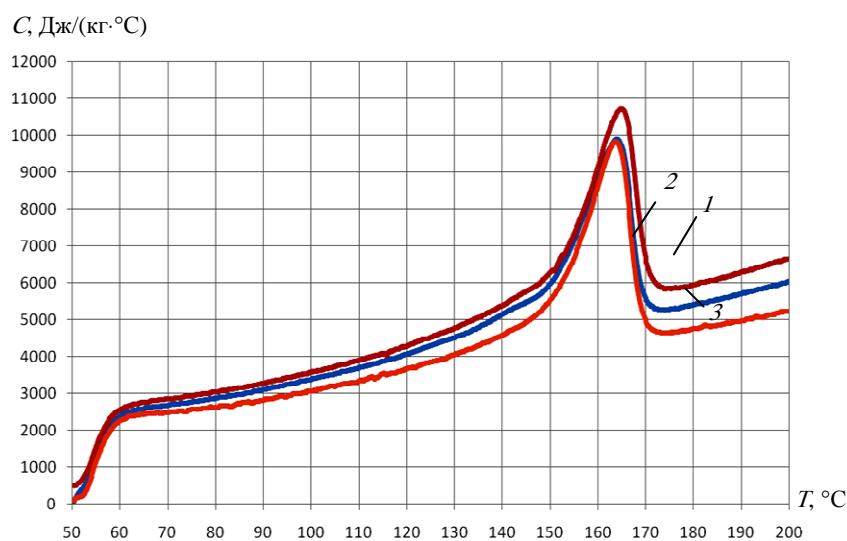


Рис. 3. Температурная зависимость удельной теплоемкости образца для АБС исх. (1), АБС + 0,05 мас. ч. сажи (2) и АБС + 0,1 мас. ч. сажи (3)

Для исследования структуры, определения теплоемкости, а также регистрации тепловых эффектов, сопровождающих фазовые и структурные превращения при линейном изменении температуры полимерных композиционных материалов, использовался модернизированный дифференциальный сканирующий калориметр DSC-2 фирмы Perkin-Elmer.

Из приведенных экспериментальных результатов видно, что добавление 0,05 мас. ч. сажи приводит к увеличению удельной теплоемкости на 10% в области плавления полимерных материалов, при этом температура фазового перехода остается прежней. Однако введение в полимерную матрицу 0,1 мас. ч. сажи приводит к увеличению тепловой энергии, необходимой для фазового перехода.

Сравнительный анализ экспериментальных данных, полученных различными физическими методами, показывает, что введение всего 0,05 мас. ч. сажи в полимерную матрицу улучшает ряд эксплуатационных характеристик материала.

Работа выполнена при финансовой поддержке Минобрнауки России в рамках АБЦП "Развитие научного потенциала высшей школы", РНП 2.2.1.1/5207; Американского фонда гражданских исследований и развития (CRDF)

в рамках Российско-американской Программы "Фундаментальные исследования и высшее образование" (BRNE) на 2007 – 2010 гг.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 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.

НОЦ ТамбГТУ – ИСМАН "Твердофазные технологии"