

*Д.Е. Кобзев**

ИССЛЕДОВАНИЕ СВОЙСТВ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИТОВ ОБРАБОТАННЫХ ДАВЛЕНИЕМ В ТВЕРДОЙ ФАЗЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ УЛЬТРАЗВУКОВОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

Механические и, в частности, акустические свойства полимеров изучались за последние годы очень широко. В настоящее время накоплен огромный экспериментальный материал, представляющий большой интерес как для исследования молекулярной структуры, так и для изучения параметров, определяющих многие технические области применения этих веществ [1, 2].

Прочностные свойства в условиях напряжений среза образцов ПЭВП, полученных ЖФЭ и ТФЭ, оценивали на испытательной машине «УТС 101-5» по ГОСТ 17302 – 71 при скорости перемещения подвижного зажима машины 50 мм/мин.

Для определения остаточных ориентационных напряжений ($\sigma_{ост}$) и величины теплостойкости ($T_{тп}$) в экструдатах, полученных твердофазной экструзией, использовали метод построения диаграмм изометрического нагрева (ДИН). Исследования проводили на экспериментальной установке с использованием специально разработанной программы сбора данных [3].

Следующим способом оценки влияния предлагаемой технологии на эксплуатационные свойства обрабатываемых материалов является определение влагосодержания образцов полимера. Для этого используется зональный диффузионный метод, относящийся к методам нестационарного режима, позволяющий решать как прямые, так и обратные задачи диффузии [4]. Согласно этому методу для расчета концентрационной зависимости коэффициента диффузии влаги в полимерных композитах снимается кривая кинетики изотермической сушки во всем диапазоне изменения концентрации в условиях, исключающих внешнедиффузионное сопротивление.

Прочность в условиях срезающих напряжений исходного материала, экструдированного с ультразвуком, превышает на 25% соответствующие характеристики материала, экструдированного без ультразвука, а в сравнении с материалом, переработанным традиционной технологией, более чем в два раза (рис. 1).

* Работа выполнена под руководством д-ра техн. наук, проф. ГОУ ВПО ТГТУ Г.С. Баронина в рамках ФЦП «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009 – 2013 годы (ГК П219 от 23 апреля 2010 г.).

При анализе полученных экспериментальных данных установлено, что у ПЭВП-нанокompозита с содержанием 1 мас. ч. УНМ наблюдается увеличение температуры теплостойкости примерно на 12...14 °С и снижение уровня внутренних напряжений на 33% в сравнении с материалом, экструдированным без ультразвукового воздействия (рис. 2).

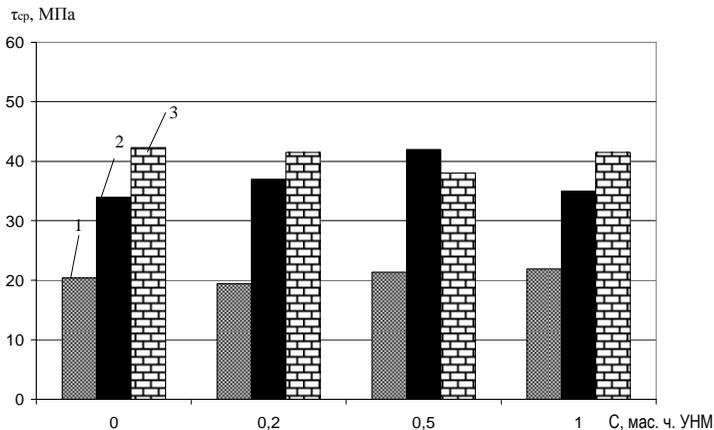


Рис. 1. Диаграмма изменения срезающих напряжений образцов для системы ПЭВП + УНМ:

1 – материал, переработанный ЖФ-технологией;
 2 – материал, переработанный ТФ-технологией; 3 – переработанный ТФ-технологией с применением ультразвука. Параметры твердофазной экструзии $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$ и температура 295 К

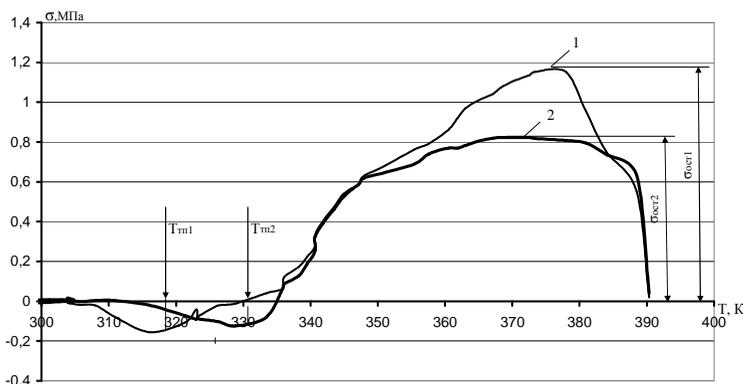


Рис. 2. Диаграмма изометрического нагрева композита ПЭВП+1 мас. ч. УНМ, экструдированного при $T_{\text{экс}} = 298$ К, $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$:

1 – без ультразвукового воздействия;
 2 – с наложением ультразвукового воздействия

Полученные данные (рис. 3) свидетельствуют об уменьшении максимального влагопоглощения полимерного композита ПЭВП + УНМ, прошедшего обработку давлением в твердой фазе с наложением ультразвуковых полей, с увеличением концентрации модифицирующей добавки. Отсутствие ультразвукового воздействия дает обратную картину (рис. 3) – дополнительная энергия ультразвуковых колебаний уменьшает количество пор полимерного композита, материал становится более монолитным в результате затягивания и спайки дефектовых областей материала вследствие ультразвукового воздействия [5]. Это приводит к увеличению монолитности и соответствующему снижению влагопоглощения исходного полимерного материала примерно на 36% по сравнению с материалом, экструдированным без ультразвукового воздействия, а у композита с 1 мас. ч. УНМ соответствующая разница составляет 86%.

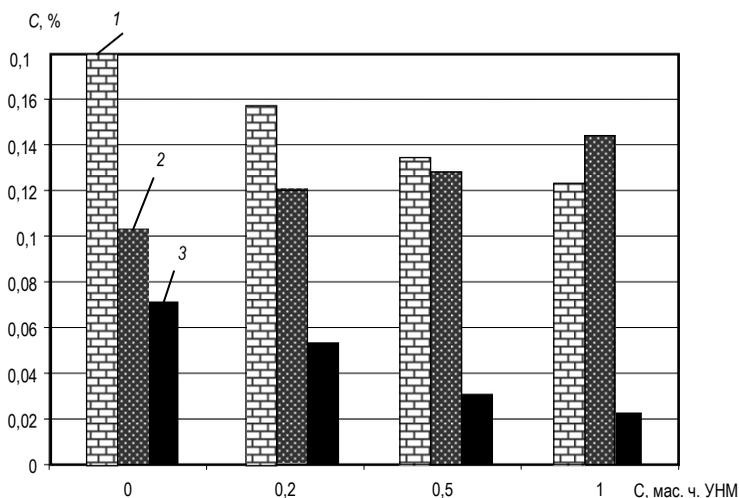


Рис. 3. Зависимость максимального влагопоглощения полимерного композита ПЭВП при температуре 363 К от массовой доли УНМ:

1 – материал, переработанный ЖФ-технологией; 2 – материал, переработанный ТФ-технологией; 3 – переработанный ТФ-технологией с применением ультразвука. Параметры твердофазной экструзии $\lambda_{\text{экс}} = 2,07$ и температура 295 К

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Твердофазная технология с наложением ультразвукового воздействия увеличивает прочность полимеров в условиях срезающих напряжений.

2. Увеличивается температура теплостойкости на 12...14 °С.
3. Снижается уровень внутренних остаточных напряжений.
4. Снижается максимальное влагопоглощение.

Улучшение перечисленных выше свойств положительно влияет как на технологические параметры твердофазной обработки материала, так и на его физико-механические и другие эксплуатационные свойства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Основы молекулярной акустики / под ред. И.Г. Михайлова. – М. : Наука, 1964. – 520 с.
2. Кобзев, Д.Е. Исследование влияния ультразвука на процесс твердофазной экструзии полимерных композитов и свойства получаемых экструдатов / Д.Е. Кобзев, Д.О. Завражин, Г.С. Баронин // Тезисы 6-й Всероссийской конференции школы-семинара по структурной макрокинетике для молодых ученых, г. Черноголовка, 26 – 28 ноября 2008 г. – С. 28–29.
3. Установка для определения остаточных напряжений в ориентированных термопластах / Ю.М. Радько, Е.В. Минкин, М.Л. Кербер, М.С. Акутин // Заводская лаборатория. – 1980. – № 7. – С. 669–670.
4. Переработка полимеров в твердой фазе (физико-химические основы) : монография / Г.С. Баронин, М.Л. Кербер, Е.В. Минкин, Ю.М. Радько. – М. : Машиностроение-1, 2002. – 320 с.
5. Рудобашта, С.П. Массоперенос в системах с твердой фазой / С.П. Рудобашта. – М. : Химия, 1980. – 248 с.