

блок процессора (однокристальную ЭВМ). Спектральная плотность мощности рассчитывается путем быстрого преобразования Фурье (БПФ), в котором присутствуют только $\cos$ составляющие спектра. Спектральная плотность мощности характеризует работу строительных конструкций в частотной области как в статическом, так и в динамическом режиме. Анализ авто и взаимных корреляционных функций позволяет оценить совместную работу строительной конструкции в целом и ее отдельных частей. Однократным интегрированием напряжения с выходов датчиков ускорения вычисляется скорость деформаций строительных конструкций, а путем двукратного интегрирования - перемещения. Статистическая обработка результатов производится в реальном масштабе времени.

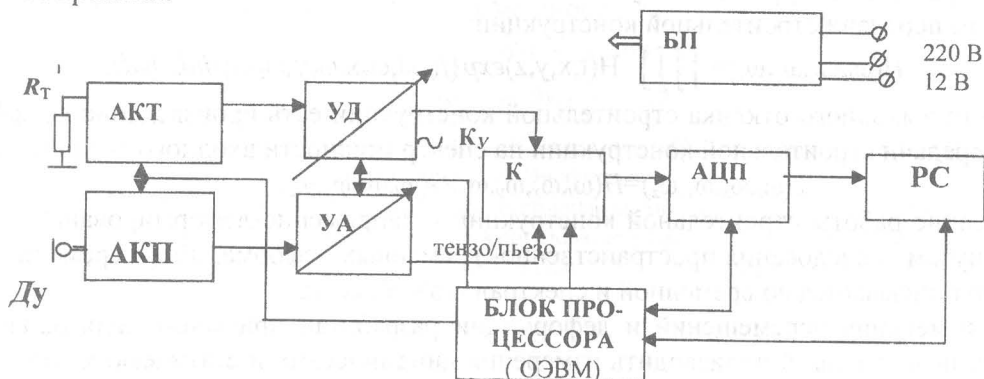


Рис.1. Структурная схема комплекса: R_T - тензометрический датчик; D_y - датчик ускорения; АКТ - аналоговый коммутатор тензорезисторов; АКП - аналоговый коммутатор D_y ; УД - усилитель дифференциальный; УА - усилитель аналоговый; K_y - коэффициент усиления; К - коммутатор; БП - блок питания от сети 220 В 50 Гц или постоянным напряжением 12 В; АЦП - аналого-цифровой преобразователь; РС - персональный компьютер; ОЭВМ - блок процессора (однокристальная ЭВМ)

Таким образом, разработанный приемно-измерительный комплекс позволяет исследовать статические и динамические характеристики строительных конструкций путем пространственно-временной обработки экспериментальных результатов в реальном масштабе времени.

УДК: 678.5.004.8

Ю.И. РЕУТОВ, А.И. РЕУТОВ, А.Р. ГРОШЕВ

ПРОБЛЕМЫ КАЧЕСТВА ИЗДЕЛИЙ ИЗ ВТОРИЧНЫХ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Показано существование противоречия между терминами «качество» и «отходы полимерных материалов» при изготовлении изделий различного назначения. Для решения этой проблемы при использовании вторичных полимеров предлагается производить оценку надежности изделий, как основного показателя качества, по вероятности безотказной работы изделий. Приведены результаты оценки надежности изделий из конструкционных термопластов с различным содержанием отходов для различных критериев работоспособности.

Одним из основных показателей уровня развития общества является выпуск и потребление полимерных материалов, которые используются в виде упаковки, конструкционных, отделочных, изоляционных, укрывных материалов и в других случаях. Анализ расчетного срока службы изделий из полимерных материалов показывает, что оконные конструкции из ПВХ могут эксплуатироваться около 50 лет, электрокабельная

изоляция и полимерные трубы – около 10-25 лет, изделия для автомобилей от 15 до 20 лет, укрывные материалы – несколько сезонов, а упаковка – от нескольких дней до нескольких лет. Объем производимых в мире полимерных материалов ежегодно возрастает на 5-6 % и составит к 2010 году 250 млн. тонн [1]. Крупнотоннажный выпуск и переработка термопластов в изделия приводят к образованию производственных, технологических и отходов потребления. Известно несколько путей использования отходов полимерных материалов – захоронение; переработка в низкомолекулярное сырье; вовлечение в технологию изготовления изделий различного назначения. Последний путь с экономической точки зрения является наиболее предпочтительным.

Требования, предъявляемые к качеству деталей из полимерных материалов, определяются их назначением и сводятся к обеспечению прочности, жесткости, точности, технологичности и другим показателям. Государственные стандарты, технические условия и другие нормативные документы содержат единичные показатели качества, характеризующие основные свойства продукции.

При выборе полимерного конструкционного материала и оценке работоспособности изделий необходимо сравнение по комплексному показателю качества. Одним из важнейших комплексных показателей качества является надежность, которая характеризует различные свойства изделий.

При проектировании, производстве и эксплуатации изделий из полимерных материалов решающее значение при оценке работоспособности, имеет определение вероятности безотказной работы по критериям прочности и точности.

Крупнотоннажный выпуск и переработка термопластов связаны с образованием производственных и технологических отходов. Для определения возможности использования таких отходов в нагруженных и в сопрягаемых ненагруженных деталях, проведены исследования деформационно-прочностных, упругих и усадочных характеристик в композициях некондиций базовых и наполненных марок полипропилена (ПП), а также в смесях исходного материала и технологических отходов термопластов.

Исследуемые композиции производственных отходов представляли собой смеси отходов ПП, модифицированные введением одного из компонентов некондиции базовых марок по гранулам и разнотону по цвету или дробленые отходы, образующиеся при остановке гранулятора. Были исследованы смеси некондиции базовой марки ПП 21030 по гранулам и дробленых отходов ПП с дроблеными отходами талько и асбонаполненного ПП, морозостойких композиций ПП.

На рис.1 и 2 приведены кривые средних и среднеквадратических отклонений композиций дробленых отходов ПП 21030-16 (кривая 1) и некондиций по гранулам (кривая 2) с дроблеными отходами асбонаполненного ПП 21-01-3С.

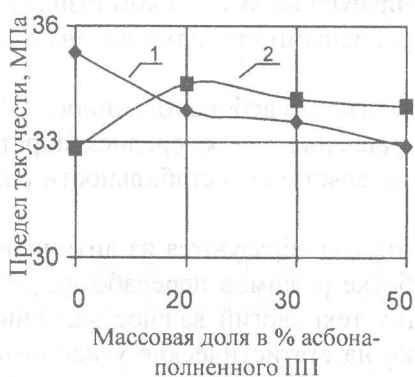


Рис.1

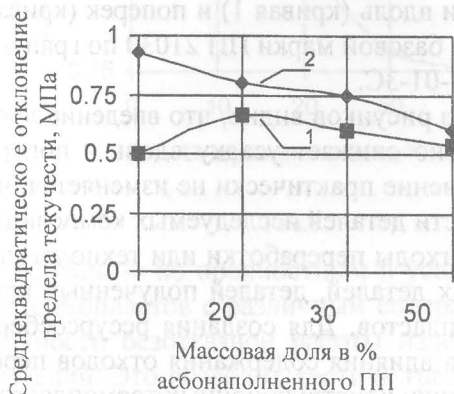


Рис.2

Вероятность безотказной работы изделия из конструкционных термопластов по

критерию прочности при воздействии кратковременных нагрузок может быть рассчитана на основе метода интерференционной теории надежности [2,3]

$$R = 1 - \Phi \left[- \frac{\bar{\sigma}_{pm} - \bar{\sigma}_{экв}}{\sqrt{S_{\sigma_{pm}}^2 + S_{\sigma_{экв}}^2}} \right],$$

где $\bar{\sigma}_{pm}$ - среднее значение максимальной прочности при растяжении; $\bar{\sigma}_{экв}$ - среднее значение эквивалентного напряжения, $S_{\sigma_{pm}}$ - среднее квадратическое отклонение, эквивалентного напряжения, $S_{\sigma_{экв}}$ - среднее квадратическое отклонение максимальной прочности при растяжении.

Результаты экспериментальных исследований средних и их среднеквадратических отклонений прочности термопласта УПС 0825 с ростом содержания отходов переработки представлены на рис. 3. показали некоторое возрастание прочности (кривая 1) и незначительные снижение ее среднеквадратического отклонения (кривая 2).



Рис.3

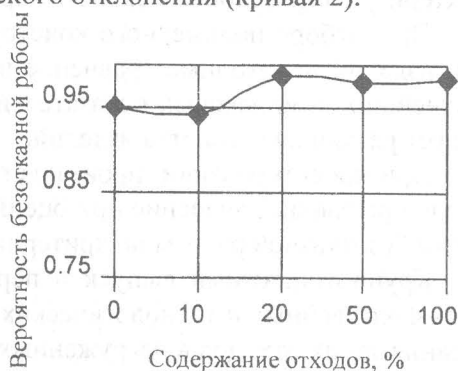


Рис.4

На рис.4 приведена кривая вероятности безотказной работы изделия из термопласта УПС 0825 с различным содержанием отходов переработки, нормированная по величине показателя исходного материала. Видно, что увеличение содержания технологических отходов приводит к возрастанию вероятности безотказной работы изделия.

Оценка влияния содержания производственных отходов и отходов переработки на статистические механические характеристики термопластов является основой для создания ресурсосберегающих технологий.

Исследование усадочных характеристик проводилось по ГОСТ 18616-80 на образцах виде брусков 120x10x4 мм.

На рис. 5 и 6 приведены кривые средних и среднеквадратических отклонений усадки вдоль (кривая 1) и поперек (кривая 2) направления литья в композициях некондиции базовой марки ПП 21030 по гранулам с дроблеными отходами асбонаполненного ПП 21-01-3С.

Из рисунков видно, что введение дробленых отходов асбонаполненного ПП незначительно снижает усадку вдоль и поперек направления литья, среднеквадратическое отклонение практически не изменяется, что свидетельствует о стабильности размерной точности деталей исследуемых композиций.

Отходы переработки или технологические отходы образуются из литников, бракованных деталей, деталей полученных при отработке режимов переработки деталей из термопластов. Для создания ресурсосберегающих технологий важное значение имеет оценка влияния содержания отходов переработки на статистические усадочные характеристики конструкционных термопластов.

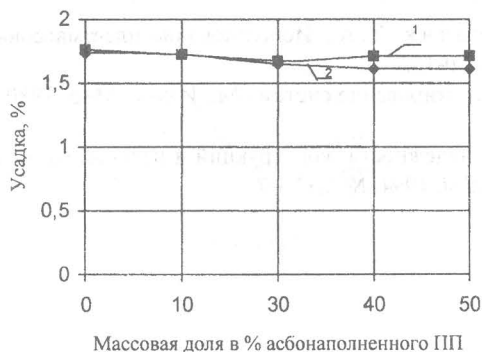


Рис. 5

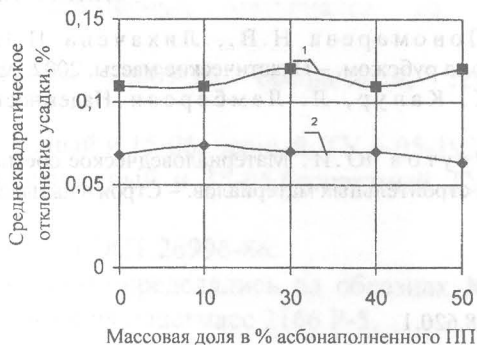


Рис. 6

Результаты экспериментальных исследований средних и их среднеквадратических отклонений усадки вдоль направления литья термопласта АБС2020 с ростом содержания отходов переработки представлены на рис. 7. показали возрастание усадки (кривая 1) и незначительные колебания ее среднеквадратического отклонения (кривая 2).

Полученная статистическая информация об усадочных характеристиках аморфных и частично кристаллических термопластов с различным содержанием отходов переработки использовалась для прогнозирования надежности сопрягаемых деталей по критерию их размерной точности. Вероятность безотказной работы изделия рассчитывалась на основе оценки вероятности нахождения размера в поле допуска с увеличением содержания отходов переработки в исследуемых смесях. На основании полученных результатов для частично кристаллических термопластов увеличение содержания отходов приводит к снижению среднеквадратического отклонения усадки, что приводит к повышению точности изделий. Вероятность сохранения размерной точности с возрастанием содержания технологических отходов для смесей на основе термопласта АБС 2020 приведена на рис. 8. При этом видно, что увеличение содержания технологических отходов приводит к потере размерной точности изделий из этого материала.



Рис. 7

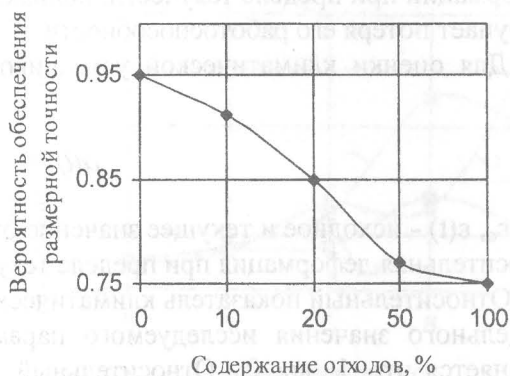


Рис. 8

Таким образом полученные статистические данные по прочностным и усадочным характеристикам исследованных композиций термопластов с различным содержанием отходов позволили произвести оценку вероятности безотказной работы изделий по критерию прочности и размерной точности изделий. Это позволит достичь требуемого уровня качества изделий при использовании вторичных полимерных материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Пономарева Н.В., Лихачева Н.Н., Ткачик З.А. Использование пластмассовых отходов за рубежом. – Пластические массы, 2002. № 5. – С. 10-15.
2. К. Капур, Л. Ламберсон. Надежность и проектирование систем. – М.: Изд-во Мир, 1980. – 604с.
3. Реутов Ю.И. Материаловедческое обеспечение надежности конструкций и изделий из полимерных строительных материалов. – Строительные материалы, 1994. № 2. С.3-7.

УДК 678.620.1

А.И. РЕУТОВ, А.А. СИДОРЕНКО, И.С. ФИЛАТОВ

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ НА ОСНОВЕ ВЕРОЯТНОСТНО-СТАТИСТИЧЕСКОГО МЕТОДА

Рассмотрено старение полимерных материалов на основе полипропилена в условиях умеренного и холодного климатов. Определены статистические характеристики прочностных и деформационных свойств материалов. Предложен метод оценки вероятности безотказной работы полимерного материала на основе распределений случайных величин: относительной деформации при разрыве и относительной деформации при пределе текучести.

Прогнозирование срока службы изделий из полимерных материалов проводится на основе изучения механизма физико-химических процессов протекающих в материале при старении, моделирования условий эксплуатации и проведении ускоренного старения в лабораторных условиях и оценки изменения эксплуатационных свойств методами экстраполяции [1,2].

Следует отметить, что отсутствует единый подход к выбору параметра, по изменению которого проводится оценка климатической устойчивости материала. Кроме того, не установлены и предельные значения исследуемых параметров.

Известно, что одним из наиболее чувствительных к старению параметров является относительная деформация при разрыве. При достижении ею значения относительной деформации при пределе текучести, полимерный материал становится хрупким, то есть наступает потеря его работоспособности.

Для оценки климатической устойчивости предложен относительный показатель $\alpha(t)$

$$\alpha(t) = \frac{\varepsilon(t) - \varepsilon_T}{\varepsilon_0 - \varepsilon_T}, \quad (1)$$

где ε_0 , $\varepsilon(t)$ - исходное и текущее значение относительной деформации при разрыве; ε_T - относительная деформация при пределе текучести.

Относительный показатель климатической устойчивости не зависит от исходного и предельного значения исследуемого параметра материала, а также от его типа и изменяется от 1 до 0. Относительный показатель климатической устойчивости позволяет проводить сравнение климатической устойчивости различных полимерных материалов и определять их время сохраняемости из решения уравнения $\alpha(t) = 0$ [2].

Особенностью полимерных композиционных материалов является значительное рассеяние прочностных и деформационных характеристик в исходном состоянии, а также при старении. Среднее квадратическое отклонение характеризующие меру рассеяния исследуемых параметров, существенно изменяются в процессе старения.

В настоящей работе изучалось старение материалов на основе полипропилена в условиях умеренного (г. Томск) и холодного климата (г. Якутск).