

Обобщенные зависимости между механическими характеристиками при термическом старении полимерных композиций, энергия активации термического старения

© Попок Владимир Николаевич

МИРЭА-Российский технологический университет. пр-т Вернадского, 78.

г. Москва, 119454. Россия. Тел.: +7 (499) 600-80-80 доб. 43005. E-mail: vnpopok@mail.ru

Ключевые слова: полимерная композиция, ускоренное термическое старение, прочность, предельная деформация, модуль упругости, твердость, энергия активации, линеаризация, аппроксимация, обобщенные инвариантные зависимости, нормальные условия.

Аннотация

Представлены результаты анализа сложных нелинейных и немонокотонных первичных экспериментальных зависимостей для механических характеристик от времени ускоренного (термического) старения ряда типичных полимерных композиций (ПК) на основе разных полимеров: акрилатного, полисульфидного, полихлоропропенового, бутадиенового, а также натурального каучука. Наполнителями ПК являются: печная сажа, карбонат кальция (CaCO_3). В качестве механических характеристик рассмотрены: прочность, предельная деформация, модуль упругости, определенные в условиях одноосного растяжения образцов, а также твердость, определенная пенетрометрическим методом. Целью анализа обширных литературных данных было определение энергии активации термического старения образцов ряда ПК, построение обобщенных (инвариантных) зависимостей между механическими характеристиками в процессах старения ПК. Сложность первичных данных определила подход к анализу данных, основанный на их линеаризации, в том числе с использованием ранее предложенного двухэтапного метода. Для аппроксимации (интерполяции) первичных данных использованы двухпараметрические линейная и линеаризуемые степенная и экспоненциальная функции. Двухэтапный метод линеаризации серий в общем случае нелинейных и немонокотонных кривых позволяет получать линейные инвариантные, в статистическом смысле, зависимости в новых переменных с отрицательной корреляцией, что позволило обобщить разнородные данные.

Результаты определения энергии активации, отражают значимое влияние типа полимера, типа наполнителя (сажа, CaCO_3) и его содержания (CaCO_3) в ПК, выбранной характеристики и особенностей эмпирических зависимостей. Данные для энергии активации старения ПК, полученные в настоящем исследовании, приемлемо согласуются с литературными данными и позволяют существенно ограничить перечень контролируемых механических характеристик.

Показано, что полученные зависимости между механическими характеристиками являются инвариантными (в статистическом смысле) к варьированию температуры испытаний и линеаризуемыми, что позволяет проводить обобщение данных для разных ПК, в том числе с учетом кинетики старения. Установлено хорошее соответствие результатов естественного старения образцов ПК (40 лет старения) инвариантным зависимостям между механическими характеристиками.

Выходные данные для цитирования русскоязычной печатной версии статьи:

Попок В.Н. Обобщенные зависимости между механическими характеристиками при термическом старении полимерных композиций, энергия активации термического старения. *Бутлеровские сообщения*. 2025. Т.82. №6. С.67-80. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-82-6-67

Выходные данные для цитирования русскоязычной электронной версии статьи:

Попок В.Н. Обобщенные зависимости между механическими характеристиками при термическом старении полимерных композиций, энергия активации термического старения. *Бутлеровские сообщения* А. 2025. Т.10. №2. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-82-6-67/ROI-jbc-RA/25-10-2-13

The output for citing the English online version of the article:

Vladimir N. Popok. Generalized dependencies between mechanical characteristics during thermal aging of polymer composites, activation energy of thermal aging. *Butlerov Communications A*. 2025. Vol.10. No.2. Id.13. DOI: 10.37952/ROI-jbc-01/25-82-6-67/ROI-jbc-A/25-10-2-13