

УДК 678.1

ПРИМЕНЕНИЕ СТАТИЧЕСКОГО И ДИНАМИЧЕСКОГО  
ИНДЕНТИРОВАНИЯ ДЛЯ НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ  
И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОСТАТОЧНОГО РЕСУРСА  
РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ

А.П. КРЕНЬ, В.А. РУДНИЦКИЙ  
ГНУ «ИНСТИТУТ ПРИКЛАДНОЙ ФИЗИКИ НАН Беларуси»  
Минск, Беларусь

В настоящее время оценка долговечности и остаточного ресурса работоспособности резинотехнических изделий (РТИ) является весьма актуальной проблемой в производственной практике. Наиболее остро данная проблема стоит для изделий типа уплотнителей, сальников, амортизаторов и др., работающих в условиях агрессивного температурного и химического воздействия.

Традиционно для прогнозирования изменения свойств полимерных материалов в отечественной практике используются методики согласно ГОСТ 9.707 и ГОСТ 9.713-86, а в зарубежной — ISO 11346:2004, IEC-216 (ГОСТ 9.707-81. Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение. ГОСТ 9.713-86. Единая система защиты от коррозии и старения резины. Метод прогнозирования изменения свойств при термическом старении).

В соответствии с данными нормативными документами испытания должны проводиться на специально изготовленных образцах-свидетелях. Однако практика показывает, что образцы и готовые изделия могут значительно отличаться по своим свойствам. В тоже время ,потребителям резинотехнической продукции очень сложно доказать факт некачественного изготовления изделия по той причине, что свойства должны определяться именно на образцах, которые изготавливаются отдельно и могут соответствовать всем требованиям. В этой связи для объективной оценки ресурса работоспособности РТИ требуется выполнить два основных условия:

- метод контроля должен давать возможность измерения свойств непосредственно материала изделия;

- для установления сроков безопасной эксплуатации испытуемого объекта необходимо определиться с выбором характеристики материала (показателя старения), которая будет чувствительной к изменению его свойств при деградации. При этом ресурс работоспособности будет определяться предельными значениями показателя старения, определяемыми практикой применения изделия.

Данные условия определили цель настоящей работы — изучить возможности методов индентирования для оценки ресурса работоспособности

резин. В качестве основных методов контроля были использованы – метод динамического индентирования, разработанный в ИПФ НАН Беларуси и измерение твердости по Шору А, использующее статическое нагружение материала.

С целью проведения исследований были взяты две резиновых смеси на основе натурального каучука с различным содержанием наполнителей. Для объективной оценки возможностей методов индентирования параллельно производилось сравнение чувствительности измеряемых данными методами параметров по отношению к характеристикам, определяемым согласно стандартам. Для проведения экспериментов были изготовлены образцы в виде лопаток по ГОСТ 270-75. Количество лопаток для получения значения показателя старения при некоторой температуре для различных временных промежутков от начала испытаний равнялось 10. При индентировании измерения проводились в различных точках каждого образца и рассчитывалось среднее значение. Испытания проводились в термокамере в среде воздуха при температуре  $T = 70, 80, 90$  и  $100$  °С. Оценка ресурса работоспособности проводилась на основании методик изложенных в ГОСТ 9.707 и ГОСТ 9.713-86 (ГОСТ 9.707-81. Единая система защиты от коррозии и старения. Материалы полимерные. Методы ускоренных испытаний на климатическое старение. ГОСТ 9.713-86. Единая система защиты от коррозии и старения резины. Метод прогнозирования изменения свойств при термическом старении).

Эксперимент показал, что наиболее чувствительными к изменению свойств при старении были такие параметры как: динамический модуль упругости  $E_d$ , прочность при разрыве  $\sigma_p$ , относительное удлинение при разрыве  $f_p$ , модуль при деформации 5 %  $E_{5\%}$ . В тоже время, изменение твердости по Шору было весьма незначительным, что делает невозможным точный расчет долговечности изделия на основании этого показателя. В результате работы получены предельные значения изменения показателей  $E_d$ ,  $\sigma_p$ ,  $f_p$ ,  $E_{5\%}$  и соотношения между ними для расчета остаточного ресурса работоспособности изделий. Произведена оценка чувствительности характеристик, получаемых в ходе испытаний статическим и динамическим индентированием к изменению структуры материала. Рассчитана энергия активации термодеструкции на основании данных динамического индентирования. В ходе экспериментов на отдельных видах резин была проведена сопоставительная оценка долговечности РТИ различных производителей, использующихся на РУП МТЗ.

E-mail: alekspk@iaph.bas-net.by