

эффицент Пуассона), а также кривыми релаксации. В некоторых случаях, при учете температурных полей в шине, также необходимо учитывать температурные зависимости физико-механических показателей.

Исходными данными для выполнения работ являлись образцы резин различной рецептуру и назначения.

Определялись такие параметры как:

- модуль упругости при растяжении ( $E$ , МПа);
- объемный модуль упругости ( $K$ , МПа);
- коэффициент Пуассона ( $\nu$ );
- кривая нагружения материала;
- кривая релаксации напряжения материала.

Для получения данной информации требуется проведение испытаний, позволяющих получить кривые релаксации резин при растяжении, кривых зависимости напряжения от деформации резин при объемном сжатии.

Релаксационные кривые являются базовыми для получения наиболее полной информации о вязкоупругих свойствах резин.

Испытания проводились на оборудовании «Tensometr 2020» Instron, позволяющем моделировать различные режимы деформаций резины в широком интервале температур (до 300 °С). Образцами для испытаний являлись образцы резин по ГОСТ 270-75.

Наиболее полную информацию о вязкоупругих свойствах материалов в высокоэластичном состоянии дают временная зависимость модуля упругости  $E(t)$ , и зависимость модуля упругости от температуры.

Проведены исследования влияния скорости, режимов испытаний, предыстории нагружения на определяемые параметры модели. На основании полученных результатов установлены особенности определения и расчета модуля упругости ( $E$ ), объемного модуля упругости ( $K$ ), коэффициента затухания при релаксации ( $\beta$ ), расчета коэффициента Пуассона ( $\nu$ ).

УДК 678.742

В.В. Мозгалёв, доц., канд. техн. наук  
(БГТУ, Минск)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ РЕОЛОГИЧЕСКИХ СВОЙСТВ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ С ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ ПРОЦЕССА ФОРМОВАНИЯ ШИН**

Процесс вулканизации резинотехнических изделий, в частности шин, оказывает значительное влияние на качество и эксплуатационные характеристики конечной продукции. Каждая точка внутри шины

имеет уникальную температурную историю во время цикла вулканизации, следствием чего является неравномерное распределение температуры и степени вулканизации.

При вулканизации в процессе формования покрышек могут возникнуть дефекты, такие как: пузыри под протектором и боковиной, наплыв резины по стыку протектора, наплыв резины по боковине, расхождение стыка протектора и провал каркаса, бугры и складки по каркасу, разряжение нитей корда и другие. Во избежание таких явлений, ведутся работы по применению процессов моделирования методом конечных элементов. Предварительные результаты моделирования позволяют выявить наиболее уязвимые места в конструкции шин.

В данной работе проводились эксперименты по нахождению параметров моделей вязко-упруго-пластичного материала, которым является резиновая смесь. Таким образом, целью работы являлось:

- вычисление параметров математической модели на основе обработки кинетических кривых вулканизации для основных типов шинных резин.

- создание кинетической схемы вулканизации, отражающей в общем виде специфику ее основных стадий: индукционный период, период интенсивного образования поперечных связей, плато вулканизации и реверсию.

Определялись вязкость и релаксационные характеристики. Сущность испытания заключается в определении вязкости и предела вязкости, эластического восстановления и способности к преждевременной вулканизации каучуков и резиновых смесей, которые зависят от их деформирования при заданной скорости на сдвиговом дисковом вискозиметре. Испытание на релаксацию напряжения проводится на тех же образцах, сразу после завершения измерений вязкости.

Определялась кинетика вулканизации резиновых смесей на реометре ODR 2000. Из полученных реограмм определяли показатели, характеризующие реологические и вулканизационные свойства смесей: время достижения оптимума вулканизации и скорость вулканизации.

Таким образом, получены зависимости вязкости от температуры и модуля упругости материала от температуры. Данные зависимости позволят моделировать процесс формования шин, а следовательно избежать дорогостоящих натуральных экспериментов.