

УДК 678.7

Магистрант М. А. Кулигина; студ. А. Ю. Василевская  
Науч. рук. зав. кафедрой О.В. Карманова (кафедра ТОСПиТБ, ВГУИТ)

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТРУКТУРНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕЗИН НА ОСНОВЕ БУТИЛКАУЧУКА ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ИОНИЗИРУЮЩИХ ИЗЛУЧЕНИЙ**

Бутилкаучук является продуктом сополимеризации изопрена и изобутилена, малое содержание изопреновых звеньев – 0,5–5 % мол., позволяет обеспечить его устойчивость к действию щелочей, кислот, спиртов и других агрессивных сред, а, следовательно, и его атмосферостойкость, что обусловило его широкое применение в различных отраслях техники. Для получения термостойких резин, эксплуатируемых при 180–200 °С бутилкаучук вулканизуют при температурах не ниже 160 °С акилфенолформальдегидными смолами в присутствии хлорсодержащих активаторов [1].

Известно, что ионизирующие излучения вызывают деструкцию бутилкаучука. Поэтому для регенерации резин на его основе применяют радиационные технологии [2].

Проведены исследования влияния радиационной обработки бутилкаучука и его смоляных вулканизатов на параметры вулканизационной структуры образцов.

В микросмесителе Vrabender изготавливали резиновые смеси, содержащие каучука БК-1675Н, смолу SP-1045, Наирит ДП, оксид цинка, стеариновую кислоту, масло ПМ, технический углерод. Резиновую смесь вулканизовали при температуре 155 °С в течение 90 минут в соответствии с рекомендациями ГОСТ ISO 2393-2016.

Образцы каучука и вулканизатов на его основе подвергали обработке ионизирующим излучением (ускоренные электроны) в диапазоне поглощенных доз 30-140 кГр. Оценивали остаточную плотность поперечных связей, которую определяли методом равновесного набухания в толуоле. Определяли равновесную степень набухания  $Q$ , молекулярную массу между узлами пространственной сетки  $M_c$ , эффективную концентрацию поперечных связей  $n_{эф.}$ , плотность сетки вулканизата  $\nu$ . Каждый показатель определяли как среднее арифметическое трех параллельных измерений. Результаты исследований представлены в таблицах 1–2.

При расчете плотности сшивания облученных резин учитывали, что под действием ионизирующего излучения происходит деструкция макромолекул и поперечных связей вулканизата и определяется оста-

точная плотность сшивания. В то время как для образцов на основе облученного бутилкаучука определяется действительная плотность сшивания.

**Таблица 1 – Структурные параметры вулканизатов на основе облученного каучука**

Доза облучения, кГр	Q, %	Mc	$n_{эф}, \text{см}^{-3} \times 10^{19}$	$\nu, \text{моль/см}^3 \times 10^5$
Исходный	272,6	25620	2,14	3,55
30	370,6	53029	1,18	1,95
60	416,5	82127	0,69	0,98
90	400,8	130193	0,42	0,70
120	364,2	139441	0,39	0,65
140	растворился			

Установлено интенсивное снижение плотности поперечных связей вулканизатов на основе облученных дозой выше 60 кГр каучуков, облучение дозой 140 кГр привело к полному растворению образцов.

**Таблица 2 – Структурные параметры облученных вулканизатов**

Доза облучения, кГр	Q, %	Mc	$n_{эф}, \text{см}^{-3} \times 10^{19}$	$\nu, \text{моль/см}^3 \times 10^5$
Исходный	226,1	22500	2,43	4,05
30	724,6	108924	0,51	0,84
60	764,6	208940	0,22	0,36
90	768,9	248576	0,23	0,39
120	растворился			
140	растворился			

Для облученных вулканизатов интенсивная деструкция поперечных связей протекает уже при дозе 30 кГр, а растворение наступает при 120 кГр.

Анализ результатов испытаний показал, что при облучении каучука с последующим получением на его основе вулканизатов снижение плотности сшивания снижается в 5 раз, а при облучении вулканизатов – в 10 раз.

Результаты исследований будут использованы при разработке методов регенерации отработанных резин на основе бутилкаучука.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Аверко-Антонович Л.А., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А. Химия и технология синтетического каучука. –М.: КолосС, 2008. - 357 с.
2. Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Kayushnikov S.N., Shashok Zh.S., Polevoy P.S. Obtaining and using of reclaimed butyl rubber with the use of ionizing radiation // Radiation Physics and Chemistry. 2019. V. 159. P. 154–158.