

УДК 631.2

**ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ДЛЯ  
ПОЛУЧЕНИЯ ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЙ, УСТОЙЧИВЫХ К  
РАЗЛИЧНЫМ ВИДАМ СТАРЕНИЯ**

**Ольга Викторовна Карманова**

доктор технических наук, профессор

karolga@mail.ru

**Марина Алексеевна Кулигина**

магистрант

morska.98@mail.ru

**Анастасия Юрьевна Василевская**

магистрант

nastya.vasilevskaya.99@mail.ru

Воронежский государственный университет инженерных технологий

г. Воронеж, Россия

**Аннотация.** В статье представлены данные по исследованию технологических свойств полимерных композиций на основе полиизобутилена, стойких к различным видам старения. В работе изучено влияние радиационной обработки галагенированного бутилкаучука на изменение его молекулярной массы, а также индекса сохранения пластичности, вязкости по Муни каучука. Определены параметры обработки, обеспечивающие оптимальное сочетание технологических и эксплуатационных характеристик композиций, предназначенных для изготовления полимерных герметизирующих материалов.

**Ключевые слова:** бутилкаучук, хлорбутилкаучук, ионизирующее излучение, старение.

Бутилкаучуки (БК) обладают высокой тепло-, свето- и озоностойкостью, устойчивостью к действию агрессивных сред, комбинированному действию света и озона, исключительно низкой воздухо- и паропроницаемостью, что обусловлено высокой насыщенностью его полимерных цепей. Эластомерные материалы на основе БК характеризуются высокой стойкостью к различным видам старения [1]. Одной из областей потребления бутилкаучука и галогенированных

бутилкаучуков является производство полимерных покрытий, адгезивов и герметиков. Галогенированные БК занимают в настоящее время около 2/3 мирового потребительского рынка БК.

Известно [2], что ионизирующие излучения вызывают деструкцию бутилкаучука, что одной стороны, расширяет возможности регенерации резин на основе бутилкаучука, а с другой – позволяет получать герметизирующие композиции на основе высокомолекулярного каучука с требуемой вязкостью. В то же время в научно-технической литературе практически отсутствуют данные по воздействию радиации на галогенированные БК.

Целью работы явилось исследование влияния обработки ускоренными электронами в широком диапазоне поглощенных доз на структуру и свойства образцов галогенированного полиизобутилена.

В качестве объекта исследования был выбран хлор бутилкаучук (ХБК) марки ХБК-139, в котором содержание хлора составило 1,1–1,4 %. Несмотря на исключительную стойкость к внешним воздействиям и способность к совместной вулканизации с другими эластомерами, технологические свойства ХБК неудовлетворительны. Для улучшения технологических свойств использовали обработку его пучком ускоренных электронов при дозах 30, 60, 90, 120, 150 кГр.

Изменение молекулярной массы в ходе радиационной обработки каучука оценивали по характеристической вязкости его раствора в толуоле.

Для оценки изменения молекулярной массы готовили 1-% толуольные растворы исходного и облученных образцов ХБК и определяли

характеристическую вязкость с помощью капиллярного вискозиметра типа ВПЖ-2 с диаметром колена 0,56 мм.

Средневязкостную молекулярную массу ( $M$ ) исследуемого эластомера находили по формуле:

$$M = \sqrt[\alpha]{\frac{[\eta]}{K}} \quad (1);$$

где  $[\eta]$  – характеристическая вязкость,  $\alpha$  и  $K$  – коэффициенты, выбранные из справочника для пары хлорированный полиизобутилен/толуол [3].

В ходе исследования установлено, что с увеличением дозы облучения молекулярная масса каучуков падает с 320448 у исходного образца до 65920 у облученного при 150 кГр каучука.

В процессе термоокислительной деструкции молекулярная масса, показатели пластоэластических свойств изменяются в связи с деструкцией макромолекул под действием температуры и кислорода воздуха. Для их оценки предложено использовать относительный показатель индекса сохранения пластичности (ИСП) при повышенной высокой температуре, так как ХБК достаточно стабилен к термоокислению благодаря высокой степени насыщенности. Влияние окисления количественно оценивали измерением пластичности на быстродействующем пластометре Уоллеса до и после старения, ИСП (в %) рассчитывали по формуле:

$$\text{ИСП} = \frac{P_1}{P_0} \cdot 100 \quad (2),$$

где  $P_0$  и  $P_1$  – пластичность до и после старения, соответственно, %.

В ходе исследований установлено, что для образцов каучука, облученных при дозах 120 кГр и 150 кГр, не представляется возможным определить пластичность после термостарения.

Влияния облучения на пластоэластические свойства хлорированного полиизобутилена анализировали с помощью вискозиметра Муни. Установлено, что в ходе облучения каучука дозой выше, чем 60 кГр наблюдается резкое

снижение вязкости по Муни, что обуславливает высокую способность к течению при повышенных температурах (100 °С).

Таким образом, выявлено, что при облучении каучука ХБК-139 дозами до 60 кГр технологические свойства каучука улучшаются, а выше 90 кГр – наблюдается их ухудшение, что обуславливает неудовлетворительные технологическими показатели мастичных материалов при их использовании, например, укривистости, каркасности покрытия и др.

### **Список литературы:**

1. Каблов В. Ф., Новопольцева ОМ. Каучуки и рецептуры эластомерных композиций (часть 2) [электронный ресурс]: Учебное пособие. Волгоград. 2017. Режим доступа <http://lib.volpi.ru>.

2. Karmanova O.V., Tikhomirov S.G., Kayushnikov S.N., Shashok Z.S., Polevoy P.S Obtaining and using of reclaimed butyl rubber with the use of ionizing radiation // Radiation Physics and Chemistry. 2019. Т. 159. С. 154-158.

3. Метод ускоренного определения пластичности на пластометре [Текст]: ГОСТ ISO 2007-2013.

**UDC 631.2**

## **APPLICATION OF RADIATION TECHNOLOGIES FOR OBTAINING POLYMER COATINGS RESISTANT TO VARIOUS TYPES OF AGING**

**Olga V. Karmanova**

doctor of technical sciences, professor

[karolga@mail.ru](mailto:karolga@mail.ru)

**Marina A. Kuligina**

master student

[morska.98@mail.ru](mailto:morska.98@mail.ru)

**Anastasia Yu. Vasilevskaya**

master student

nastya.vasilevskaya.99@mail.ru

Voronezh State University of Engineering Technologies

Voronezh, Russia

**Abstract.** The article presents data on the study of the technological properties of polymer compositions based on polyisobutylene, resistant to various types of aging. In this work, the influence of radiation treatment of halogenated butyl rubber on the change in its molecular weight, as well as the plasticity retention index, Mooney viscosity of rubber, was studied. Processing parameters have been determined that provide the optimal combination of technological and operational characteristics of compositions intended for the manufacture of polymeric sealing materials.

**Key words:** butyl rubber, chlorobutyl rubber, ionizing radiation, aging.

Статья поступила в редакцию 29.03.2022; одобрена после рецензирования 11.04.2022; принята к публикации 12.05.2022.

The article was submitted 29.03.2022; approved after reviewing 11.04.2022; accepted for publication 12.05.2022.