

точной оценки требуется кондиционирование образцов в течении более длительного времени.

ЛИТЕРАТУРА

1. Galimzyanova R. Y. The use of polylactic acid to obtain biodegradable medical devices / R. Y. Galimzyanova, I. N. Musin, M. S. Lisanevich, D. R. Khisamieva, M. D. Mevliyanova, N. V. Pesternnikova // *Key Engineering Materials*. – 2019. – Vol. 816. – P. 285–289.

2. Villadiego K. M. Thermoplastic Starch (TPS)/Polylactic Acid (PLA) Blending Methodologies: A Review / K. M. Villadiego, M. J. Arias Tapia, J. Useche, D. E. Macías // *Journal of Polymers and the Environment*. – 2017. – Vol. 30 – P. 75–91.

3. Хисамиева Д. Р. Применение термопластичного крахмала в тканевой инженерии / Д. Р. Хисамиева, Р. Ю. Галимзянова, Ю. Н. Хакимуллин // *Наука. Наследие. Университет: сборник материалов Международной 56-й научной студенческой конференции*. – Чебоксары: Изд-во Чуваш. ун-та, 2022. – С. 493–495.

УДК 678

А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук;
В. В. Боброва, науч. сотр., канд. техн. наук;
В. Н. Фарафонов, доц., канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

ПРИМЕНЕНИЕ РАДИАЦИОННОГО МОДИФИЦИРОВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА РЕЗИН

Производство и переработка полимерных материалов является одной из интенсивно развивающихся областей человеческой деятельности, конечной целью которой является производство изделий, эксплуатирующийся в самых различных условиях. Поэтому для увеличения работоспособности резиновых изделий наряду с совершенствованием конструкций и технологии их изготовления большое значение имеет повышение качества резин. Эту проблему, вероятно, нельзя разрешить только синтезом новых полимеров, поскольку в нем имеются принципиальные ограничения, в настоящее время осложненные экономической ситуацией. Поэтому в научных и прикладных исследованиях последних лет сохраняется тенденция к смещению акцента при решении проблем создания материалов с заранее заданными свойствами в сторону модификации свойств традиционных полимеров [1].

Как известно [2, 3], способы модификации полимеров по методам воздействия разделяют условно на химические и физические. Такое общепринятое разделение достаточно условно, поскольку химические и физические процессы в полимерах почти всегда взаимосвязаны и взаимообусловлены. Химическая модификация всегда является од-

новременно и физической, и химической, однако и в результате применения физических методов (температура, нагрузка, облучение и т.д.) в полимере происходят структурно-физические и химические превращения. Модификация поверхности полимера физическими методами относительно проста, рентабельна и масштабируема. Она также экологична, поскольку не требует использования каких-либо химикатов. Наряду с желаемыми свойствами поверхности, прочность изготовленной полимерной поверхности также важна для ее промышленного применения [4]. Методы физической модификации предлагают полимерные поверхности, которые являются более прочными и абразивно-стойкими по сравнению с полимерами, модифицированными другими методами, такими как химические обработки.

Интенсивно развивается метод модифицирования поверхностных слоев различными видами ионизирующего излучения. Модификация в объеме производится путем введения в резиновую смесь полимеризационноспособных соединений и последующего облучения этой смеси источником ионизирующего излучения в условиях изоляции от кислорода воздуха. Излучение инициирует процесс гомополимеризации таких соединений и их прививку к молекулам каучука. Под действием излучения физическая и химическая структура каучуков претерпевает существенные изменения, характеризующиеся образованием пространственной сетки и деструкцией полимерных цепей, не применяя при этом высоких температур и давлений и не вводя в систему никаких химических соединений иного рода, которые часто отрицательно сказываются на свойствах полимеров при их дальнейшей переработке и эксплуатации. Кроме того, применение ионизирующих излучений дает возможность перерабатывать сырье в любом агрегатном состоянии, а также сочетать этот метод с другими способами интенсификации химических процессов [5].

Ионизирующее излучение – это форма энергии, которая действует путем удаления электронов из атомов и молекул материалов. Некоторые типы излучения обладают достаточной энергией, чтобы выбивать электроны с их орбит вокруг атомов, нарушая баланс электронов и протонов и придавая атому положительный заряд. Электрически заряженные молекулы и атомы называются ионами. Излучение, которое может производить ионы, называется ионизирующим излучением. Существует много видов ионизирующего излучения. Ниже приведены некоторые из соответствующих:

– альфа-излучение состоит из двух протонов и двух нейтронов; поскольку у них нет электронов, они несут положительный заряд. Из-за их размера и заряда альфа-частицы едва способны проникать через плотные материалы и могут быть полностью остановлены листом бумаги;

– бета-излучение состоит из быстро движущихся электронов, выбрасываемых из ядра атома. Бета-излучение имеет отрицательный заряд и оно более проникающее. Тем не менее, его все еще можно остановить с помощью небольшого количества экранирования, такого как лист пластика;

– гамма-излучение – это очень проникающий вид излучения. Обычно он испускается сразу после выброса альфа- или бета-частицы из ядра атома. Поскольку он не имеет массы или заряда, он может проходить через лист бумаги, но поглощается более плотными материалами, такими как бетон или свинец;

– рентгеновские лучи (тормозное излучение) – это форма излучения, аналогичная гамма-излучению, но они производятся в основном искусственными средствами, а не из радиоактивных веществ. Рентгеновские лучи возникают при сильном ускорении заряженных частиц, либо при высокоэнергетических переходах в электронных оболочках атомов или молекул;

– нейтронное излучение возникает, когда нейтроны выбрасываются из ядра в результате ядерного деления и других процессов. Ядерная цепная реакция является примером ядерного деления, когда нейтрон, выбрасываемый из одного расщепленного атома, вызывает деление другого атома, выбрасывая больше нейтронов. В отличие от других излучений, нейтронное излучение поглощается материалами с большим количеством атомов водорода, такими как парафин и пластмассы;

– ультрафиолетовое излучение (УФ-излучение) – электромагнитное излучение, занимающее спектральный диапазон между видимым и рентгеновским излучениями. Длины волн УФ-излучения лежат в интервале от 10 до 400 нм. Ультрафиолетовые лучи обладают способностью изменять химическую структуру материалов;

– ускоренные электроны – пучки высокоэнергетичных заряженных частиц, которые создаются под действием электрических и магнитных полей [6].

Применение радиационно-химических методов в промышленности показывает, что в современных условиях облучение можно рассматривать как такой вид воздействия на химические процессы, который имеет самостоятельное технологическое значение. В ряде случаев использование радиационно-химических методов позволяет упростить технологическую схему производства, снизить себестоимость продукции и улучшить ее качество.

ЛИТЕРАТУРА

1. Modification of elastomer composites by ionizing radiation. / A. V. Kasperovich [et. al.] // Journal of Chemical Technology and Metal-

lurgy. – 2022. – Vol. 57, No 5. – P. 895–900.

2. Сиротов А. Г. Модификация структуры и свойств полиолефинов, Л.: Химия, 1974. 175 с.

3. Кестельман В. Н. Физические методы модификации полимерных материалов, М.: Химия, 1980, 223 с.

4. What Do We Need for a Superhydrophobic Surface? A Review on the Recent Progress in the Preparation of Superhydrophobic Surfaces. / X. M. Li [et. al.] // Chemical Society Reviews. – 2007. – Vol. 36, No. 8. – P. 1350–1368.

5. The effect of high-energy electron beam on mechanical and thermal properties of LDPE and HDPE. / D. Gheysari [et. al.] // European Polymer Journal. – 2001. – V.37. – P. 295–302.

6. Accelerated aging and stabilization of radiation-vulcanized EPDM rubber. / A. A. Basfar // Radiation Physics and Chemistry. – 2007. – V. 57. – P. 405–409.

УДК 678.7

О. В. Карманова, зав. кафедрой ТОСиПП, д-р техн. наук;

С. Г. Тихомиров, проф., д-р техн. наук;

А. А. Солодова, асп.; Е. В. Линцова, асп.

(ФГБОУ ВО «ВГУИТ», г. Воронеж, Российская Федерация);

А. В. Касперович, зав. кафедрой ПКМ, канд. техн. наук;

В. В. Боброва, науч. сотр. канд. техн. наук (БГТУ, г. Минск)

РАДИАЦИОННАЯ МОДИФИКАЦИЯ ЭЛАСТОМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ, ПРЕДНАЗНАЧЕННЫХ ДЛЯ ВЫПУСКА ДЕТАЛЕЙ АВТОМОБИЛЬНЫХ ШИН

В последние годы наблюдается постоянный рост спроса на рынке автомобильных покрышек на продукцию различных типоразмеров и конструкций. Это обусловлено развитием рынка продаж автомобилей и увеличением автопарка. В связи с этим перед шинными компаниями одновременно с вопросом повышения качества готовых изделий появляется новый вызов – увеличение объемов выпускаемой продукции. Ответом на данный вызов становится совершенствование технологии шинного производства.

Автомобильная покрышка состоит из большого числа деталей-полуфабрикатов, изготовленных по различным рецептурам отдельно, которые затем собираются в единую конструкцию. Физико-механические свойства резин, на основе которых получены комплектующие, оказывают влияние на эксплуатационные показатели автомобиля, такие как грузоподъемность, экономичность, управляемость, проходимость и др. Для повышения износостойкости и устойчивости