

## ЛИТЕРАТУРА

1. Кряжев, В.Н. Последние достижения химии и технологии производных крахмала/В.Н. Кряжев, В.В. Романов, В.А. Широков //Химия растительного сырья. – 2010. – №1. – С. 5–12.
2. Подденежный, Е. Н. Прогресс в получении биоразлагаемых композиционных материалов на основе крахмала (обзор)/ Е. Н. Подденежный, Бойко А. А., Алексеенко А. А., Дробышевская Н. Е., Урецкая О. В. // Вестник ГГТУ имени П. О. Сухого: научно - практический журнал. – 2015. – № 2. – С. 31–41.
3. Schmitt, H. Studies on the effect of storage time and plasticizers on the structural variations in thermoplastic starch / H. Schmitt, A. Guidez, K. Prashantha, J. Soulestin, M.F. Lacrampe, P. Krawczak // Carbohydrate Polymers. – 2015. – Vol. 115. – P. 364–372.
4. Esmaeili, M. Optimizing the mechanical and physical properties of thermoplastic starch via tuning the molecular microstructure through coplasticization by sorbitol and glycerol / M. Esmaeili, G. Pircheraghi, R. Bagheri // Polymer International. – 2017. – Vol. 66. – № 6. – P. 809–819.

УДК 678.4

**Панфилова О.А., Мухаметханов И.И., Охотина Н.А.,  
Вольфсон С.И., Казаков Ю.М.**

(Казанский национальный  
исследовательский технологический университет)

**Шашок Ж.С.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ШИННОГО РЕГЕНЕРАТА ПРОИЗВОДСТВА ООО «БОНУС-КАМА» В РЕЦЕПТУРАХ РЕЗИНОВЫХ СМЕСЕЙ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ**

Общемировые запасы отработавших автомобильных шин составляют около 25 млн т при ежегодном приросте не менее 7 млн т.

Из этого количества в мире только 23 % отработавших шин находят применение, а оставшиеся 77 % хранят как на полигонах, предназначенных для отработавших автошин, так и на смешанных свалках с другими отходами. В случае возникновения возгорания на подобных местах складирования возникают масштабные пожары, которые сложно потушить из-за хорошей горючести шин.

Разработан ряд методов утилизации автомобильных шин и других изношенных резинотехнических изделий, но, поскольку основным и

наиболее ценным для дальнейшего использования компонентом изношенных покрышек является резина, большое внимание уделено разработке методов регенерации резин. Сущность большинства методов заключается в процессе девулканизации, то есть в разрушении вулканизационной сетки резины [1].

Конечный продукт девулканизации изношенных шин – регенерат – представляет собой пластичную крошку, которая может использоваться, как в основном производстве резиновых изделий, так и для получения других материалов, для частичной замены исходного каучукового сырья [2]. В зависимости от сферы эксплуатации конечного изделия содержание регенерата может составлять от 5 % для ответственных изделий и до 50 % и выше для изделий неответственного назначения.

В ООО «Бонус-Кама» (г. Менделеевск, Респ. Татарстан, РФ) реализована переработка изношенных цельнометаллокордных резиновых покрышек, заключающаяся в освобождении их от обода и металлокордных слоев и измельчении с дальнейшей термомеханической девулканизацией крошки.

К регенерату для использования в составе резиновых смесей предъявляется ряд требований, в частности – отсутствие включений и определенные значения вязкости по Муни. Этот показатель обуславливает технологические свойства регенерата.

На первом этапе работ была проведена сравнительная оценка свойств регенератов ООО «Бонус-Кама», полученных в разных температурных условиях (табл. 1).

**Таблица 1 – Температурные режимы получения регенерата**

Температурный режим получения, °С	Регенерат ООО «Бонус-Кама»		
	№ 1	№ 2	№ 3
	145–150	165–170	165-170 (+ модификатор)

Согласно результатам испытаний (табл. 2), регенераты ООО «Бонус-Кама» имеют низкую вязкость по Муни, что может приводить к залипанию на валках и роторах смесительного оборудования. Для исследований на первом этапе был выбран регенерат № 3, как имеющий более высокое значение условной прочности при растяжении.

Образцы регенерата № 3 были исследованы в составе резиновой смеси на основе комбинации бутадиен-стирольного и бутадиенового каучуков. Регенерат вводился при изготовлении смесей как на вальцах, так и в смесительной камере пластикордера Brabender путем частичной замены каучукового сырья (заменяли 30, 50 и 70 % мас. каучука).

Отмечено, что в случае максимального содержания регенерата резиновые смеси имели повышенную липкость, что затрудняло процесс их изготовления. Согласно оценке реометрических характеристик полученных резиновых смесей, увеличение дозировки регенерата приводит к заметному сокращению продолжительности индукционного периода, оптимального времени вулканизации и, соответственно, увеличению скорости вулканизации.

Введение и увеличение дозировки регенерата отразилось и на уровне деформационно-прочностных свойств вулканизатов (табл. 3). Так, наблюдается снижение условной прочности при растяжении и относительного удлинения при разрыве с одновременным возрастанием твердости.

**Таблица 2 – Сравнительные свойства регенератов**

Показатель	РШТ Чехов	ООО «Бонус-Кама» № 1	ООО «Бонус-Кама» № 2	ООО «Бонус-Кама» № 3
Условная прочность при растяжении, МПа не менее	4,9	4,3	4,0	5,6
Относительное удлинение при разрыве, %, не менее	270	170	150	100
Вязкость по Муни, МБ 1+4 (100 °С), ед. Муни	30±10	19	18	18

**Таблица 3 – Деформационно-прочностные свойства вулканизатов резиновых смесей, содержащих регенерат № 3 (ООО «Бонус-Кама»)**

Показатели	Содержание регенерата, % мас.			
	0	30	50	70
Условная прочность при растяжении, МПа	9,5	9,1	7,5	6,4
Относительное удлинение при разрыве, %	250	170	140	120
Относительное остаточное удлинение, %	7	6	6	6
Твердость, ед. Шор А	77	83	84	87

Результаты проведенных испытаний показали возможность частичной замены исходного каучукового сырья в составе резиновых смесей на регенерат производства ООО «Бонус-Кама». Полученные результаты основных испытаний вулканизатов, содержащих регенерат, свидетельствуют о возможности введения до 70 % мас. регенерат в состав резиновых смесей для изделий неответственного назначения.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Рециклинг эластомеров: учеб.-метод. пособие для студентов специальности 1-48 01 02 «Химическая технология органических веществ, материалов и изделий» специализации 1-48 01 02 05 «Технология переработки эластомеров» / Е. И. Щербина, Р. М. Долинская. – Минск : БГТУ, 2011 – 83 с.

2. Технология резиновых изделий: Учеб. пособие для вузов/ Ю.О. Аверко-Антонович, Р.Я. Омельченко, Н.А. Охотина, Ю.Р. Эбич / Под ред. П.А. Кирпичникова. – Л.: Химия, 1991. – 352 с.

УДК 678.7-139-9

**Охотина Н.А., Панфилова О.А., Назипов И.И.**

(Казанский национальный  
исследовательский технологический университет)

**Долинская Р.М.**

(Белорусский государственный технологический университет)

### **ВЛИЯНИЕ ТИПА ПОЛИОЛЕФИНА НА СВОЙСТВА ТЕРМОПЛАСТИЧНЫХ ВУЛКАНИЗАТОВ НА ОСНОВЕ БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО И БУТАДИЕН-НИТРИЛЬНОГО КАУЧУКОВ**

Смесевые термоэластопластичные материалы (ТЭП), получаемые смешением каучуков и пластиков в присутствии вулканизирующих систем, называются термопластичными вулканизатами (ТПВ). Они представляют собой дисперсию вулканизованных частиц эластомера в термопластичной матрице, поэтому способны плавиться при переработке и приобретать свойства резин при охлаждении. Несомненным достоинством является также способность сохранять прочностные свойства после вторичной обработки, в том числе и многократной [1].

ТПВ на основе крупнотоннажных каучуков (изопренового, бутадиен-стирольного, бутадиен-нитрильного) и термопластов (полиэтилена (ПЭ), полипропилена (ПП)) изучены достаточно хорошо [2]. Показано, что для всех типов каучуков лучшие свойства имеют композиты, полученные при соотношении эластомерной и термопластичной фаз 60:40 и 70:30 мас. ч., а для улучшения упруго-прочностных свойств необходимо использовать компатибилизаторы, улучшающие совмещение термопластов и каучуков. Установлено также, что в случае эластомерной фазы на основе разнополярных каучуков, необходимо использовать добавки, влияющие на их взаимное распределение [3].