

систем [4]. Однако менее высокий уровень свойств компенсируется возможностью переработки эластомерных композиций на основе ГБНК без переоборудования рабочих мест и изготовления дорогостоящей оснастки, чем достигается экономия как энергетических, так и материальных ресурсов.

### **Выводы**

В результате проведенных исследований было показано, что применение серных полуэффективных сшивающих систем позволяет получать резины на основе ГБНК с необходимым уровнем эксплуатационных свойств, используя существующие технологии, оборудование и оснастку на отечественных заводах резиновой промышленности.

### *Список литературы*

1. Лысова Г.А., Ревякин Б.И., Морозов Ю.Л., Резниченко С.В. // Международная конференция по каучуку и резине: Тезисы докладов. Москва, июнь 2004. – Москва, 2004. – С. 150.
2. Блох Г.А. Органические ускорители вулканизации и вулканизирующие системы для эластомеров. – Л.: Химия, 1978. – С. 240.
3. Донцов А.А. Процессы структурирования эластомеров. – М. Химия, 1978. – С. 287.
4. Корвина Ю.В., Щербина Е.И.// Международная конференция Поликомтриб–2005. Тезисы докладов. Гомель, июль 2005. – Гомель, 2005. – С. 94.

**Д.В. Русецкий, Е.И. Щербина, Р.М. Долинская**

Белорусский государственный технологический университет, г. Минск

## **ЭНЕРГОСБЕРЕГАЮЩИЙ МАТЕРИАЛ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ РЕЗИНОТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДЕЛИЙ**

Объектами исследования являются эластомерные композиции на основе акрилатного каучука с двойной системой вулканизационно-активных мономеров, сшиваемые при помощи из активатора и агента вулканизации.

Целью данной работы являлось разработать энергосберегающий материал для изготовления резинотехнических изделий.

В результате проведенных исследований было показано, что применение акрилатного каучука нового поколения в сочетании с активатором вулканизации – четвертичным аммониевым основанием и сшивающим агентом – стеаратом натрия – позволяет получать резинотехнические изделия без второй стадии вулканизации.

## **Введение**

Применяемые в настоящее время спецкаучуки: фторкаучук (ФК), гидрированный бутадиен-нитрильный (ГБНК) и акрилатный каучуки с высокой термостойкостью и маслостойкостью представляют большой интерес для отечественной промышленности. При этом стоимость акрилатного каучука в 1,5–2 раза ниже ФК и ГБНК. Однако недостатком акрилатного каучука является двухстадийный режим вулканизации (I стадия – 140–180 °С в течение 10–20 мин. под давлением, II стадия – 130–160 °С в течение 2–8 часов без давления) [1]. Вторая стадия вулканизации требует значительных энерго- и ресурсозатрат. В связи с этим, большой интерес представляет изучение акрилатного каучука нового поколения и подбор для него вулканизирующей системы, позволяющей проводить процесс изготовления изделий на его основе в одну стадию. Современные типы акрилатных каучуков обладают двойной системой вулканизационно-активных мономеров. Эти модификации акрилатного каучука недостаточно изучены, хотя представляют как научный, так и практический интерес.

## **Методика исследований**

В качестве объектов исследования использовали эластомерные композиции на основе акрилатного каучука, содержащего в цепи хлорно-карбоксильную систему вулканизационно-активных мономеров. Для сшивки данной композиции нами была выбрана вулканизирующая система, состоящая из активатора – четвертичного аммониевого основания и сшивающего агента – стеарата натрия.

Режим вулканизации выбран исходя из анализа кинетики вулканизации, определенных с помощью реометра «Монсанто». Вулканизацию осуществляли в две стадии:

– I стадию вулканизации проводили в гидравлическом прессе в пресс-формах при температуре  $150 \pm 3$  °С в течение 20 мин. Охлаждали образцы после вулканизации под давлением до комнатной температуры;

– II стадию вулканизации – термостатирование вулканизованных изделий осуществляли в термощафах при температуре  $130 \pm 3$  °С в течение 8 часов.

Для анализа свойств вулканизатов были выбраны такие показатели, как условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, относительное остаточное удлинение, твердость по Шору А и остаточная деформация сжатия.

## **Результаты и обсуждение**

Результаты исследований приведены в таблице 1.

Таблица 1

Влияние второй стадии вулканизации на уровень основных свойств резин на основе акрилатного каучука

Показатель	Режим вулканизации	Стеарат натрия, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука				
		2	2,5	3	3,5	4
1	2	3	4	5	6	7
Условная прочность при растяжении, МПа	I стадия 150 °С×20 мин	13,9	13,3	13,5	13,7	14,8
	II стадия 130 °С×8 ч	14,2	13,2	13,6	14,2	15,7
Относительное удлинение при разрыве, %	I стадия 150 °С×20 мин	150	145	160	135	130
	II стадия 130 °С×8 ч	140	130	150	125	120
Относительное остаточное удлинение, %	I стадия 150 °С×20 мин	24	18	16	9	8
	II стадия 130 °С×8 ч	4	6	8	2	0
Твердость по Шору А, усл. ед.	I стадия 150 °С×20 мин	72	70	72	71	73
	II стадия 130 °С×8 ч	76,	77	75	74	79
Остаточная деформация сжатия, %	I стадия 150 °С×20 мин	53,5	52,4	45	39	34,3
	II стадия 130 °С×8 ч	49,5	46,3	33,5	28,7	24,6

Из представленных данных видно, что применение акрилатного каучука позволяет получать резины со сбалансированным комплексом свойств без проведения дополнительной стадии вулканизации. Невысокий уровень прочностных свойств компенсируется достаточно высокой термостойкостью, которую оценивали с помощью показателя относительной остаточной деформации сжатия.

По комплексу физико-механических показателей можно судить о том, что для достижения оптимума вулканизации достаточно проведения первой стадии вулканизации. Проведение второй стадии вулканизации – термостатирования целесообразно при производстве высоко ответственных изделий, так как при проведении термостатирования происходит перестройка поперечных вулканизационных связей, приводящая к стабилизации структуры вулканизата, что видно по уменьшению показателя относительной остаточной деформации сжатия.

### Выводы

Показано, что для достижения оптимума вулканизации резин на основе акрилатного каучука нового поколения достаточно проведения

первой стадии вулканизации. Это позволяет при производстве резинотехнических изделий уменьшить производственный цикл, энергозатраты предприятия и снизить себестоимость продукции.

#### *Список литературы*

1. Махлис Ф. А., Федюкин Д.Л. Терминологический справочник по резине. – М.: Химия, 1989. – 399 с.

**<sup>1</sup>Ж.А. Мрочек, <sup>2</sup>Г.Ф. Шатуров, <sup>3</sup>Д.Г. Шатуров**

<sup>1</sup>Белорусский национальный технический университет, г. Минск; <sup>2</sup>БИП – Институт правоождения, г. Могилев; <sup>3</sup>Белорусско-Российский университет, г. Могилев

### **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЕМКОСТИ ПРОЦЕССОВ МЕТАЛЛООБРАБОТКИ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ РЕСУРСОБЕРЕГАЮЩИХ ТЕХНОЛОГИЙ**

Развитие машиностроительного комплекса связано, с одной стороны, с расширением применения труднообрабатываемых материалов, с усложнением формы обрабатываемых деталей, а с другой стороны, с повышением требований к точности и качеству обрабатываемых поверхностей, к снижению металлоемкости деталей машин и их заготовок и энергоемкости технологических процессов их получения.

Одним из направлений развития процессов механической обработки является снижение и минимизация припусков, удаляемых с заготовок, с возрастанием роли чистовых и отделочных операций. Однако при переходе к чистовым операциям со снятием меньшего сечения срезаемого слоя, что характерно для процессов шлифования и энергетических методов, обеспечивающих большую точность обработки, удельный расход энергии на осуществление процесса непрерывно возрастает по гиперболической зависимости [1] Так, при точении энергии на съем срезанного слоя в  $1 \text{ мм}^2$  требуется  $(1,7...2,5) \cdot 10^3 \text{ Дж/см}^3$ , а при шлифовании на съем срезанного слоя в 2000 раз меньшего требуется  $(55...70) \cdot 10^3 \text{ Дж/см}^3$ , т.е. в 28...32 раза больше. Этот результат обусловлен не оптимальной рабочей геометрией абразивного зерна в отличие от геометрических параметров лезвия резца. Таким образом, в связи с все более возрастающей ценой на металлоресурсы, машиностроители, с одной стороны, стремятся уменьшить металлоемкость заготовок, назначая минимальные припуски на обработку. А с другой стороны, уменьшение припусков влечет за собой применение наиболее энергоемких финишных методов обработки. Поэтому создание новых способов механической обработки, которые были бы менее энергоемки по сравнению с известными способами, являлись бы альтернативой процессу шлифования и обеспечивали бы гарантированное