

Н. Р. Прокопчук, член-кор. НАН Беларуси, профессор;
Е. И. Щербина, профессор; Р. М. Долинская, вед. науч. сотрудник;
Т. Д. Свицерская, инженер

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ОТХОДОВ РЕЗИНОВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ С ЦЕЛЬЮ ПОЛУЧЕНИЯ НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ

The article is devoted to research into possible use of factory rubber scrap: rubber crumb, panel and reclaimed product waste. Possibility of reduction of prices of polymeric compositions is investigational due to the complete exception from composition of rubber, i. e. possibility of making of polymeric compositions on the basis of offcuts of rubber industry. As the objects of research in-process this used such offcuts of rubber industry, as rubber crumb offcuts of production of panels and reclaim. Influence of high-quality and quantitative compositions of cure group is in-process rotined on the physical-mechanical indexes of composition, the temperature and temporal conditions of vulcanization are determined, and also compounding of composition is developed for making of flags of floor, which can be used as chaffs in the shopfloors and as coverages on sporting grounds.

Введение. Повышение эффективности производства тесно связано с использованием вторичного сырья. В резиновой промышленности это имеет особо важное значение, так как стоимость сырья составляет большую часть себестоимости продукции. В последние 20 лет наблюдается интенсивный рост объемов получения полимеров и их потребления в резиновой промышленности. Это связано с тем, что различные виды эластомеров и изделий из них находят все более широкое применение во всех отраслях народного хозяйства страны.

Максимальное вовлечение отходов производства в народнохозяйственный оборот является неотъемлемой частью работы по экономии, а экономия материальных ресурсов становится в современных условиях важным источником обеспечения роста производства. Высокая материалоемкость шинного производства предопределяет необходимость экономии используемых материалов как одного из главных факторов снижения затрат непосредственно в промышленности резинотехнических изделий. Особенно остро проблема экономного расходования материалов стоит в производстве резинотехнических изделий (РТИ), где отходы резины составляют в среднем 20–25% объема изготавливаемых изделий. Переработка вторичных материальных ресурсов, в частности вышедших из эксплуатации шин и других резинотехнических изделий, имеет большое технико-экономическое и экологическое значение. Представило интерес исследовать возможность удешевления полимерной композиции за счет полного исключения из ее состава каучука, т. е. возможность изготовления полимерной композиции на основе отходов резиновой промышленности [1].

Все имеющиеся отходы резиновой промышленности делятся на резиновые невулка-

низованные отходы (бракованные закладки резиновых смесей, загрязненные резиновые смеси), резинотканевые вулканизированные отходы (отходы прорезиненных вулканизированных тканей), резинометаллические отходы (бракованные резинометаллические детали), резиновые вулканизированные отходы (выпрессовки и обрезки вулканизированных изделий), текстильные отходы, металлические отходы (бракованная арматура).

Основная часть. В качестве объектов исследования использовали отходы резиновой промышленности – резиновую крошку, отходы панелей и регенерат. Изготовление исследуемых композиций проводили на вальцах ЛВ 320 160/160. Вулканизацию осуществляли серосодержащей вулканизирующей группой, в состав которой входят также ускорители вулканизации сульфенамид Ц и каптакс, способствующие образованию вулканизационных структур, устойчивых к термическим, окислительным и механическим воздействиям при многократных деформациях резиновых изделий. Вулканизацию образцов проводили на гидравлическом прессе в пресс-формах при температурах $130\text{--}170^\circ\text{C} \pm 3^\circ\text{C}$. Физико-механические показатели композиций определяли по методикам ГОСТов на эти показатели: условная прочность при растяжении, относительное удлинение при разрыве, относительная остаточная деформация после разрыва (ГОСТ 270–75), твердость по Шору (ГОСТ 263–75), температурный предел хрупкости (ГОСТ 7912–74) [2–5].

Отработка рецептуры смеси для изготовления образцов полимерной композиции и полученные физико-механические характеристики (табл. 1) показали, что с технологической и экономической точек зрения оправдано изготовление композиций на основе регенерата и резиновой крошки.

Таблица 1
Рецепты и физико-механические показатели композиций

Наименование компонентов и показателей	Образцы	
	1	2
Содержание, мас. доли на 100 мас. долей регенерата		
Регенерат	100	100
Резиновая крошка РШД	62,5	62,5
Сера	2,5	5,0
Сульфенамид Ц	1,3	—
Кислота стеариновая	5,0	2,5
Техуглерод П 803	20,0	20,0
Доломитовая мука	5,0	5,0
Сажа белая БС-100	4,0	4,0
Пластификатор ПН-6ш	13,0	13,0
Битум	12,0	12,0
Смола инден-кумароная	1,0	1,0
Фталевый ангидрид	1,0	1,0
Отходы панелей	20,0	—
Физико-механические показатели		
Условная прочность при растяжении, МПа	2,7	3,2
Относительное удлинение при разрыве, %	76	24
Относительная остаточная деформация после растяжения, %	20	12
Твердость по Шору А, усл. ед.	63	75

Важным моментом является время изготовления резинотехнических изделий, которое зависит от времени вулканизации. Время вулканизации определяется качественным и количественным составом вулканизирующей группы.

В табл. 2 и 3 приведены рецептуры композиций, полученных в результате отработки. Представленные образцы можно разбить на две группы: образцы 1–8 (табл. 2) – в состав вулканизирующей группы входят сера и сульфенамид Ц; образцы 9–16 (табл. 3) – в состав вулканизирующей группы входит сера и каптакс.

Использование сульфенамида Ц (N-циклогексил-2-бензтиазолил-сульфенамид) и каптакса (2-меркаптобензтиазол) позволяет получать композиции, которые имеют широкое плато и высокую скорость вулканизации в главном периоде. Использование той или другой группы вулканизирующих агентов позволяет влиять на скорость вулканизации, а следовательно, и на физико-механические показатели композиции, а все вместе – на технологические параметры процесса изготовления эластомерного материала и изделий на его основе.

Таблица 2
Рецепты эластомерных композиций с использованием вулканизирующей группы сера + сульфенамид (мас. %)

Компонент	Номера образцов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Маточная смесь	84,84	93,14	93,76	96,1	97,33	98,24	99,34	99,6
Сера	7,58	4,16	3,12	1,95	1,61	1,10	0,42	0,24
Сульфенамид Ц	3,79	1,35	1,56	0,975	0,53	0,33	0,12	0,08

Таблица 3
Рецепты эластомерных композиций с использованием вулканизирующей группы сера + каптакс (мас. %)

Компонент	Номера образцов							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Маточная смесь	84,84	93,14	93,76	96,1	97,33	98,24	99,34	99,6
Сера	7,58	4,16	3,12	1,95	1,61	1,10	0,42	0,24
Каптакс	7,58	2,7	3,12	1,95	1,06	0,66	0,24	0,16

Таблица 4
Физико-механические показатели эластомерных композиций с использованием вулканизирующей группы сера + сульфенамид (время вулканизации 150 мин, температура 155°C)

Показатель	Номера образцов							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Условная прочность при растяжении, МПа	7,4	13,5	7,9	7,2	5,7	6,2	5,1	4,8
Относительное удлинение после разрыва, %	72	12	108	152	188	198	240	242
Относительная остаточная деформация после растяжения, %	12	4	12	12	12	15	20	20
Твердость, усл. ед.	79	88	74	66	67	63	62	63
Температурный предел хрупкости, °С	-5	Не выдержал	-8	-24	-25	-32	-36	-38

Физико-механические показатели эластомерных композиций с использованием вулканизирующей группы сера + каптакс (время вулканизации 150 мин, температура 155°C)

Показатель	Номера образцов							
	9	10	11	12	13	14	15	16
Условная прочность при растяжении, МПа	15,1	9,2	7,4	6,5	6,8	6,1	5,2	4,1
Относительное удлинение после разрыва, %	10	54	96	206	188	212	256	260
Относительная остаточная деформация после растяжения, %	4	12	12	14	14	16	24	20
Твердость, усл. ед.	93	83	77	67	66	65	63	60
Температурный предел хрупкости, °С	0	-5	-10	-26	-27	-32	-33	-36

Как показали проведенные исследования, с увеличением времени вулканизации происходит улучшение всех физико-механических показателей вулканизатов. Наилучшее сочетание комплекса физико-механических показателей наблюдается при температуре 155°C и времени вулканизации 150 мин (табл. 4, 5).

Это следует из того, что в рецептуре изделия имеется более 60% вулканизированной крошки, что позволяет уменьшить расход вулканизационных групп и снизить дополнительно стоимость изделия. Для готовых изделий, которые будут изготавливаться на основе разрабатываемого полимерного композиционного материала, особенно важными показателями являются твердость и температурный предел хрупкости. Считаем, что наилучшее сочетание физико-механических показателей наблюдается для образцов 4–5.

Заключение. Таким образом, на основании проведенных исследований было показано влияние качественного и количественного составов вулканизирующей группы на физико-механические показатели композиции, разработана рецептура эластомерной композиции для изготовления плит напольных, а также отработаны температурный и временной режимы вулканизации. По результатам проведенных экспериментальных исследований на ОАО «Бе-

ларусьрезинотехника» были изготовлены опытные образцы изделий плит напольных в количестве 20 шт., которые можно использовать в качестве полов в цехах и как покрытия на спортивных площадках. Опытные образцы РТИ переданы в Энергопротрест г. Минска для устройства фальшполов на строящемся объекте с целью проведения натурных испытаний у потребителя готовых изделий.

Литература

1. Корнев, А. Е. Технология эластомерных материалов / А. Е. Корнев, А. М. Буканов, О. Н. Швердяев. – М.: Химия, 2000. – 288 с.
2. Шутилин, Ю. Ф. Справочное пособие по применению эластомеров / Ю. Ф. Шутилин. – Воронеж: Воронеж. гос. технол. акад., 2003. – 871 с.
3. Лабораторный практикум по технологии резины / под ред. Н. Д. Захарова. – М.: Химия, 1988. – 264 с.
4. Новаков, И. А. Методы оценки и регулирования пластоэластических и вулканизационных свойств эластомеров и композиций на их основе / И. А. Новаков, О. М. Новопольцева, М. А. Кракшин. – М.: Химия, 2000. – 239 с.
5. Донцов, А. А. Процессы структурирования эластомеров / А. А. Донцов. – М.: Химия, 1978. – 287 с.