

УДК 678.065.742.2

Р.М. Долинская, канд. хим. наук, доц.;  
Н.Р. Прокопчук, д-р хим. наук, член-корр. НАН Беларуси, проф.  
(БГТУ, г. Минск)

## **РЕСУРСОСБЕРЕГАЮЩАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РУКАВОВ**

Перед резинотехнической промышленностью, стоит ряд ответственных задач. Главной из них является разработка и освоение новых видов высококачественных изделий, работоспособных в широком интервале температур, давлений и при воздействии агрессивных сред. Несмотря на то, что объём производства и ассортимент рукавных изделий из года в год возрастает, потребности в этих изделиях увеличиваются в связи с ростом выпуска автомобилей, тракторов, а также с развитием угольной и горнодобывающей промышленности [1, 2]. Устранить дефицит рукавов можно не только увеличением объёма их выпуска, но и путём совершенствования их конструкции, повышением качества и, соответственно, срока их работоспособности. Производство рукавов занимает одно из ведущих мест в резиновой промышленности.

Наиболее перспективным является бездорновой способ изготовления рукавов. Главное достоинство этого способа – изготовление рукавов значительной длины, что позволяет увеличить производительность труда, но изготовление рукавов больших диаметров этим способом затруднительно, а эластомерные композиции используемые для этих целей должны обладать повышенной твердостью, чтобы обеспечить постоянство геометрических размеров изделий.

Таким образом, разработка рецептуры резиновой смеси, предназначенной для внутреннего слоя рукавов, изготавливаемых бездорновым способом, является актуальной.

Целью данного исследования является разработка рецептуры эластомерных композиций повышенной твердости, предназначенных для выпуска рукавов этим способом.

Для изготовления опытных резиновых смесей использовали комбинации бутадиен-нитрильных БНКС-18АМН и БНКС-28АМН каучуков, которые применяются для изготовления рукавов дорновым способом, с целью изготовления на их основе рукавов бездорновым способом.

Резины на основе данных каучуков позволяют обеспечить заданные технические свойства, такие как морозостойкость и стойкость к воздействию воздуха и инертных газов, предъявляемые к внутрен-

нему слою рукавов. Каучук БНКС-18 АМН является каучуком специального назначения, обеспечивает повышенную морозостойкость вулканизатов, а БНКС-28АМН – хорошую стойкость к агрессивным средам. Для вулканизации резиновой смеси применяется вулканизирующая система, включающая: серу в качестве вулканизирующего агента, активаторы вулканизации – цинковые белила и стеариновую кислоту.

В качестве наполнителя резиновой смеси использовали технический углерод П803. Технический углерод П803 – малоактивное и низкоструктурное вещество, придает резиновым смесям лучшие технологические свойства, такие как: вальцуемость, шприцуемость, низкую усадку и эластическое восстановление, хорошую каркасность [3]. Для защиты от воздействия света, солнечных лучей, атмосферных газов, и особенно озона, в состав резиновых смесей вводят специальные вещества ацетонанил Н и диафен ФП, называемые противостарителями.

Защитное действие химических противостарителей обусловлено обрывом кинетической цепи при окислении каучука в результате взаимодействий активных радикалов противостарителя с радикалами углеводорода каучука. При этом образуются неактивные продукты реакции, что и замедляет процесс окисления [4].

Для предотвращения опасности подвулканизации в качестве замедлителя подвулканизации вводится дуслин Р [2].

Для рукавов, изготавливаемых бездорновым способом необходимо применение более жесткой, твердой резиновой смеси для обеспечения каркасности и предотвращения деформации камер. Увеличить твердость резиновой смеси возможно следующими способами: увеличением содержания наполнителей, уменьшением содержания мягчителей.

На основании выше изложенного нами проведены исследования, направленные на увеличение твердости резиновой смеси. Для этого было изучено влияние содержания наполнителей и мягчителей на свойства композиций.

Полученные результаты (таблица) показали, что при увеличении содержания углерода технического П803 в резиновой смеси (образцы 1–3) возрастают показатели вязкости, твердости, а относительное удлинение при разрыве уменьшается.

Условная прочность при растяжении увеличивается незначительно, а при содержании углерода технического в количестве 115 м. ч. снижается. Вероятно, это связано с тем, что данная марка технического углерода имеет не высокую удельную поверхность ( $16 \cdot 10^{-3}$  м<sup>2</sup>/г), на которой отсутствуют активные центры, способные взаимодействовать с активной поверхностью каучука.

Уменьшение значения показателя условная прочность при растяжении и значительное увеличение твердости свидетельствует об избытке содержания технического углерода в резиновой смеси, следовательно оптимальное содержание углерода технического П803 – 110 м. ч. на 100 м. ч. каучука.

**Таблица – Влияние содержания углерода технического П 803 и мягчителя на физико-механические показатели резин**

Наименование показателей		Образцы					
		Исходный	1	2	3	4	5
Условная прочность при растяжении, МПа		8,3	8,4	8,7	7,8	8,2	8,2
Относительное удлинение при разрыве, %		250	245	240	235	260	250
Твердость, ед. Шор А		68	70	72	77	72	73
Изменение массы после воздействия, сред, %	Изоктан + Тoluол (23°С×24ч)	25	24	26	26	24	25
	СЖР-3 (125°×24ч)	30	31	29	30	28	30
Вязкость по Муни, ед. Муни		64	67	70	78	70	71
Скорчинг, мин	$\tau_5$	37	36	36,5	30	34	37
	$\tau_{35}$	42	40,5	40,5	27	37,5	43
	$\Delta\tau$	5	4,5	4	3	4	5

Анализ значений твердости композиции от содержания технического углерода в резиновой смеси показал, что учитывая погрешность эксперимента с увеличением содержания углерода технического П803 твердость резины возрастает на 9%, а относительное удлинение при разрыве снижается на 4%. Так как при введении твердых наполнителей в эластомере происходит существенное уменьшение молекулярной подвижности макромолекул, это приводит к возрастанию степени упорядочивания макромолекул и плотности упаковки. При увеличении содержания технического углерода П803 в резиновых смесях прочность при растяжении проходит через максимум, определяющий оптимум наполнения.

С целью увеличения твердости, повышения каркасности резиновой смеси и снижения ее стоимости нами проведены исследования по изучению возможности уменьшения содержания дорогостоящего синтетического пластификатора в смеси – дибутилфталата (ДБФ). Для этого уменьшали содержание ДБФ в композиции на 17–33% и дополнительно вводим мягчитель – битум нефтяной (образцы 4–5). При введении битума вязкость резиновых смесей изменяется незначительно, но улучшается формование за счет уменьшения эластического

восстановления и повышения каркасности смеси [4, 5]. Вероятно, происходит влияние одновременного концентрирования физических и рассредоточения химических связей у межфазной границы наполнитель – мягчитель.

При изготовлении резиновой смеси, в состав в которой вводим 8 м. ч. ДБФ и 5 м. ч. битума установлено неудовлетворительное технологическое поведение – «шубление» на вальцах, что затрудняло диспергирование ингредиентов при смешении.

В результате проведенных исследований нами установлено, что оптимальное содержание пластификатора ДБФ в резиновой смеси – 10 м. ч. на 100 м. ч. каучука и мягчителя битума – 5 м. ч.

Таким образом, в работе показано, что эластомерная композиция, изготовленная на основе комбинации каучуков БНКС-18АМН и БНКС-28АМН с использованием углерода технического П803, дибутилфталата, битума нефтяного в количестве 110,0; 10,0 и 5,0 м. ч. на 100 м. ч. каучука соответственно отвечает требованиям, предъявляемым к композициям, предназначенным для изготовления внутреннего слоя рукавов бездорновым методом.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Устьянцева И. Д., Якушев А. А. Проблемы и перспективы развития рынка резинотехнических изделий в России и Челябинской области // *Фундаментальные исследования*. – 2020. – № 2. – С. 80–84.
2. Современное состояние и тенденции мирового производства рукавов промышленного назначения. ЦНИИТЭнефтехим. Москва. 2006. 145 с.
3. Захаров Г. А. Новые процессы производства рукавов // *Каучук и резина*. 2006. № 4. С. 27–29.
4. Юрковский В. С. Новые разработки НИИЭМИ в области уплотнителей валов и рукавных изделий // *Каучук и резина*. 2008. № 4. С. 42–50.
5. Осошник И. А. Производство резиновых технических изделий / И. А. Осошник, Ю. Ф. Шутилин, О. В. Карманова. – Воронеж: ВГТА. 2007. 972 с.