

УДК 641. 1

**ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ
КОРОТКИХ ОБРЕЗИНЕННЫХ КОРДНЫХ ВОЛОКОН
НА СВОЙСТВА РЕЗИНЫ ДЛЯ ПОДРЕЛЬСОВЫХ ПРОКЛАДОК**

**INVESTIGATION OF THE EFFECT
OF SHORT RUBBER CORD FIBERS
ON THE PROPERTIES OF RUBBER FOR UNDER-RAIL GASKETS**

*Г.Ф. САГИТОВА, В.М. ДЖАНПАИЗОВА, А.Е. АРИПБАЕВА,
Л. АБИЛХАЙМКЫЗЫ, М.Т. СИХИМБАЕВА, С.М. КОНЬСБЕКОВ*

*G.F. SAGITOVA, V.M. JANPAIZOVA, A.E. ARIPBAEVA,
L. ABILHAIMKYZY, M.T. SIKHIMBAYEVA, S.M. KONYSBEKOV*

(Южно-Казахстанский государственный университет им. М. Ауэзова, Республика Казахстан)

(M. Auezov South Kazakhstan State University, Republic of Kazakhstan)

E-mail: vasmir1@mail.ru

В статье представлены результаты исследования обрезиненных текстильных кордов отходов шинного производства, как источника волокнистых наполнителей. Вторичная переработка отходов, таких как изношенные шины, не пригодные для рекуперации, изношенные ездовые и варочные

камеры, отработанные диафрагмы, изношенные конвейерные ленты, приводные ремни и другие изделия, позволяет получать дешевые волокнистые наполнители для резин. Для снижения стоимости подрельсовых прокладок изучено влияние концентрации кордных обрезиненных волокон на свойства резин. Результаты анализа показателей свойств резин и подрельсовых прокладок показывают, что значительное увеличение содержания резиноволокнистого наполнителя оказывает неоднозначное влияние на их физико-механические характеристики. Установлено, что увеличение концентрации резинокордного наполнителя более 40% от массы вызывает ухудшение свойств резиновых смесей и прокладок, что связано с ориентацией коротких волокон при обработке резиновых смесей образца заготовки как для испытаний, так и для прокладок.

The article presents the results of the study of rubberized textile cords waste tire production as a source of fibrous fillers. Recycling of waste such as worn tires, not suitable for recovery, worn riding and cooking chambers, spent diaphragms, worn conveyor belts, drive belts and other products, allow to obtain cheap fibrous fillers for rubber. To reduce the cost of sub-rail gaskets, the influence of the concentration of cord rubber fibers on the properties of rubbers was studied. The results of the analysis of indicators of properties of rubbers and under-rail gaskets show that a significant increase in the content of rubber-fiber filler has an ambiguous effect on their physical and mechanical characteristics. It was found that an increase in the concentration of rubber-cord filler more than 40% by weight causes a deterioration in the properties of rubber mixtures and gaskets, which is associated with the orientation of short fibers in the processing of rubber mixtures of the workpiece sample, both for testing and for gaskets.

Ключевые слова: волокна, свойства, отходы, корд, переработка, резинокордный наполнитель, прокладка.

Keywords: fibers, properties, waste, cord, recycling, rubber cord filler, gasket.

В процессе производства резиновых изделий и при эксплуатации образуется большое количество разнообразных отходов, содержащих ценное полимерное сырье: резину и волокна, которые после соответствующей обработки можно использовать в качестве сырья или как готовую продукцию.

Резиновая промышленность относится к группе производств, занимающихся механической и механохимической переработкой сырья и материалов. Отходами производства резиновых изделий являются остатки сырья, материалов и полуфабрикатов, образующихся в процессе изготовления продукции, не полностью утратившие свое качество, но не соответствующие стандартам.

По составу полимерные отходы резинового производства делятся на резиновые, резинотекстильные, резинометаллические и текстильные. По степени вулканизации, определяющей технологические свойства отходов как вторичных материальных ресурсов, – на невулканизованные и вулканизованные.

Резиновые невулканизованные (и частично вулканизованные) отходы – это резиновые смеси, не пригодные для использования по прямому назначению. К ним относятся подвулканизованные резиновые смеси (в виде бесформенных кусков), образующиеся как брак при изготовлении и обработке (вальцевании, каландровании, профи-

лировании) резиновых смесей, обрезки и остатки резиновых смесей после раскроя и вырубки заготовок изделий.

Резиновые вулканизованные отходы образуются, как правило, при вулканизации и отделке готовой продукции в виде выпрессовок, шлифовальной пыли и обрезков. Форма отходов зависит от технологического процесса или операции, при которых они получают.

Резинотекстильные невулканизованные отходы – обрезки и остатки обрезаемого корда и прорезиненных тканей, образующиеся при изготовлении заготовок изделий. Они представляют собой обработанные различными латексно-смоляными и резиновыми составами кордные, кордтканевые, тканевые материалы на основе природных и химических волокон, таких как вискозное, хлопковое, полиамидное, полиэфирное и др. По внешнему виду это куски шириной до 1,5 м различной длины.

Резинометаллические отходы образуются при обрезке металлокорда и проволоки и изготовлении из них заготовок для сборки покрышек в шинном производстве. Они содержат компоненты резиновых смесей и соответствующую металлическую часть в виде различных по длине остатков стального латунированного троса диаметром до 1,45 мм и стальной латунированной или омедненной проволоки диаметром 1 мм.

К отходам потребления относятся различные изношенные изделия и отработанные материалы, образующиеся в процессе потребления продукции. В эту группу отходов, являющуюся наиболее массовой, входят изношенные шины, не пригодные к восстановлению, изношенные ездовые и варажные камеры, отработанные диафрагмы, дорны, изношенные конвейерные ленты, приводные ремни и другие изделия.

Резиноволокнистые системы как конструкционные материалы широко используются для производства шин и других резинотехнических изделий. Особый интерес представляют композиты с короткими волокнами. Короткие волокна выполняют те же армирующие функции, что и длинные нити корда: они способны увеличивать

жесткость, прочность и сопротивление ползучести композитных материалов [1], [2].

Основным преимуществом резиноволокнистых композитов с короткими волокнами по сравнению с резинордными системами является возможность существенного снижения трудоемкости изготовления изделий, то есть создания на их основе малооперационного технологического процесса [3].

Степень приближения армирующего действия коротких волокон к действию направленных нитей корда зависит от величины адгезии между резиновой матрицей и поверхностью волокон, их ориентации в изделии и сохранения геометрических размеров в процессе переработки.

Решающую роль в передаче усилий от волокна к волокну через резиновую матрицу играет образование химических связей на границе раздела. Более высокая адгезионная прочность на границе резиновой матрицы с волокном уровень статической прочности резиноволокнистого композита повышается эффективность армирующего действия короткого волокна.

Тип каучука резиновой матрицы изменяет уровень статической прочности композита не более чем на 10...15%, что связано с качеством распределения волокон [4], [5].

Наибольшее применение для рельсовых скреплений железнодорожных путей находят резиновые прокладки, которые обеспечивают эффективное гашение вибраций, продольное сопротивление смещению рельсов, снижение динамических нагрузок и электроизоляцию.

Резиноволокнистые композиты являются перспективными материалами для этих изделий. Поэтому целью данной работы было изучение влияния резиноволокнистых наполнителей на свойства подрельсовых прокладок для железнодорожных путей.

В качестве резиноволокнистого наполнителя использовали измельченные отходы обрезаемого полиамидного корда шинного производства. Как известно, высокопрочный полиамидный корд для каркаса шин обрезаются смесью на основе кау-

чука СКИ-3 с полуактивным техническим углеродом N550 и содержит систему модификаторов адгезии. Это обеспечивает высокую прочность как самой резины, так и высокий уровень адгезии резины с кордом [6], [7].

Обрезиненный текстильный корд измельчают следующим образом: брикеты корда, распиленные пилой на пластины толщиной не более 30 мм, измельчают на роторном измельчителе "Шинорез". И затем корд пропускают через дробилку XPZ-800 с зазором между подвижными и неподвижными ножами (1,0...1,5) мм. Этим достигали необходимую длину кордных волокон.

В табл. 1 представлен состав резиновой смеси с содержанием резиноволокнистого наполнителя (РВН) 20 % масс., которую использовали как эталон сравнения и изготавливали в резиносмесителе РСВД 250-30.

Резиновую смесь изготавливали в две стадии. На первой стадии изготавливали маточную смесь, на второй – вводили в маточную смесь вулканизирующий агент, ускоритель вулканизации и модификатор: серу, этилцимат и N.N/- дитиодиморфолин. Полуэффективная серная вулканизирующая система обеспечивает необходимую степень вулканизации и высокую стойкость к тепловому старению [8], [9].

Т а б л и ц а 1

Наименование материала	Масс. доли, %
Каучук СКМС-30АРКМ-15	35,87
Углерод технический П803	17,94
Мел	17,93
Белила цинковые	1,79
Битум нефтяной	3,59
Масло ПН-6ш	1,79
РВН	19,73
Сантогард РVI	0,03
Стеариновая кислота	0,36
N.N/-дитиодиморфолин	0,43
Сера	0,18
Этилцимат	0,36
Итого	100,00

В резиновую смесь с содержанием РВН 20 % масс. на дробильных вальцах вводили РВН для получения образцов с разной концентрацией. Для исследований были получены резиновые смеси с содержанием РВН 30, 35, 40, 65, 70 % масс. Режим обработки подбирался таким образом, чтобы размер волокон и качество их распределения были постоянными.

Подготовку и вулканизацию образцов, а также их испытания проводили в соответствии с нормативно-технической докумен-

тацией (табл. 2) на данные виды испытаний.

В табл. 2 приведены результаты испытаний вулканизатов, содержащих 20% масс. РВН.

Сравнение показателей с нормами, заложенными в нормативно-технической документации на подрельсовые прокладки для железнодорожных путей, показывает, что резина с 20 масс. % РВН соответствует нормам по всем показателям.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателя	Условная прочность при растяжении, МПа, (ГОСТ 270–75, Тип 1)	Относительное удлинение при разрыве, %, (270–75, Тип 1)	Твердость по Шору А, ед. Шор А, (ГОСТ 263–75)	Плотность, кг/м ³ , (ГОСТ 267–73)	Удельное объемное сопротивление, Ом×см, (ГОСТ 9.030–74 (метод А).)
Норма по НД	Не менее 4,0	Не менее 40	65...80	1270±30	Не менее 1·10 ⁹
Значение	4,5	191	72	1291	4,8·10 ¹³

Из полученной смеси были изготовлены прокладки. Результаты физико-механических испытаний прокладок приведены в табл. 3. Прокладки были свулканизованы

по следующему режиму: температура $(165 \pm 5)^\circ\text{C}$, давление 150 МПа, продолжительность 13 мин.

Т а б л и ц а 3

Наименование показателя	Норма по НД	Значение
1. Условная прочность при растяжении, МПа	Не менее 4,0	4,54
2. Относительное удлинение при разрыве, %	Не менее 40,0	239
3. Твердость по Шору А, усл. ед.	65...90	73
4. Удельное объемное сопротивление для прокладок, применяемых для железобетонных шпал, Ом×см	Не менее $1 \cdot 10^9$	$2,7 \cdot 10^{13}$
5. Изменение массы после воздействия агрессивной среды в течение (24 ± 1) ч, при температуре $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$, %, (ГОСТ 9.030–74 (метод А): – СЖР-3 – воды	от –1 до 7 от 0 до 0,5	6,0 0,1
6. Плотность, кг/м ³	1270 ± 30	1291
7. Изменение свойств прокладок после теплового старения:		
– по условной прочности при растяжении, %	± 20	+4
– по относительному удлинению при разрыве, %	± 20	–15
– по твердости по Шору А, %	± 20	+3

Как видно из табл. 3, все физико-механические показатели прокладок соответствуют нормам нормативно-технической документации на подрельсовые прокладки.

Данные по влиянию концентрации РВН на прочность и относительное удлинение при растяжении резин приведены на рис. 1 и 2.

Как видно из рис. 1 (зависимость условной прочности резин от содержания резиноволокнистого наполнителя), благодаря введению в резиновую смесь резиноволокнистого материала, условная прочность при растяжении возрастает с повышением его содержания в резиновой смеси.

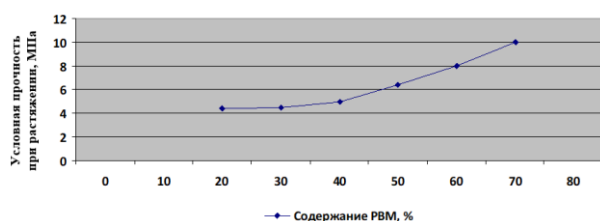


Рис. 1

Относительное удлинение при разрыве с повышением содержания резиноволокнистого материала уменьшается (рис. 2 – зависимость относительного удлинения при растяжении резин от содержания резиноволокнистого наполнителя). При содержании корда 70 % значение относительного удлинения очень близко к пограничному значе-

нию. При содержании корда менее 40 % все значения соответствуют требованиям.

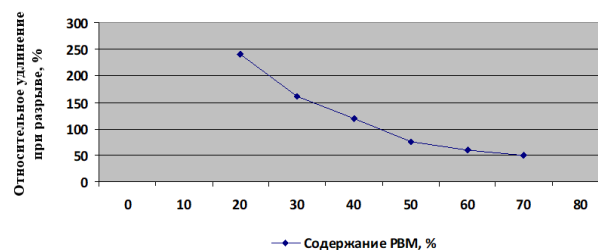


Рис. 2

Изменение ряда показателей свойств подрельсовых прокладок по сравнению с показателями, определяемыми для резин, связано, вероятно, с разностью в условиях изготовления образцов для испытаний, которые не учитывают ориентацию волокон при вальцевании ("каландровый" эффект).

Удельное объемное сопротивление электрическому току прокладок уменьшается с увеличением содержания РВН с $2,7 \cdot 10^{13}$ Ом×см (при содержании РВН 20%) до $4,0 \cdot 10^7$ Ом×см (при содержании РВН 70 %). Это можно объяснить тем, что у РВН сопротивление электрическому току меньше, чем у резины, и с уменьшением содержания резины сопротивление электрическому току пропорционально уменьшается. При увеличении содержания корда до 65...70% прокладки не соответствуют по

этому показателю требованиям НД (не менее $1 \cdot 10^9$ Ом \times см).

Набухание в агрессивных средах (СЖР-3 и воде) повышается с увеличением содержания РВН.

Показатель "изменение массы после воздействия агрессивной среды" в СЖР-3 соответствует нормам (от -1 до 7%) только при содержании корда 20%. Очевидно, это связано с увеличением количества торцевых срезов волокон на поверхности образцов и, следовательно, с увеличением площади контакта волокно-агрессивная среда. Набухание в воде при концентрациях до 40% не превышает нормы, так как используемый полиамидный корд имеет низкую гигроскопичность. При повышении содержания РВН изменение свойств после теплового старения увеличивается. Изменение твердости по Шору А после теплового старения соответствует нормативным значениям. Изменение условной прочности при растяжении после теплового старения не соответствует требованиям НТД при содержании корда 65...70 %. Изменение относительного удлинения при разрыве не соответствует требованиям НТД уже при содержании корда 30%.

ВЫВОДЫ

Таким образом, результаты исследования показывают, что для снижения стоимости подрельсовых прокладок для железнодорожных путей можно использовать отходы шинного обрешиненного корда до 40% по массе. Анализ всего комплекса свойств резин и подрельсовых прокладок показывает, что значительное увеличение содержания резиноволокнистого наполнителя оказывает неоднозначное влияние на показатели свойств. Вероятно, это определяется ориентацией коротких волокон при обработке резиновых смесей образца заготовки как для испытаний, так и для прокладок.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2010.

2. Шмурак И.Л. Шинный корд и технология его обработки. – М., 2007.

3. Минигалиев Т.Б., Дорожкин В.П. Технология резиновых изделий. – Казань: КГТУ, 2009.

4. Перепелкин К.Е. Структура и структурная обусловленность свойств волокон и волокнистых материалов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, №1. С.64...75.

5. Гарцева Л.А., Васильев В.В. Химическая технология текстильных материалов. – Рязань: Филиал ИГТА, 2004.

6. Власов Г.Я. Основы технологии шинного производства. – Воронеж, 2002.

7. Мырхалыков Ж.У., Туребекова Г.З., Сагитова Г.Ф., Сакибаева С.А. Возможности повышения адгезии резины к текстильному корду из искусственных волокон // Изв. вузов. Технология текстильной промышленности. – 2015, №1. С. 49...53.

8. Сагитова Г.Ф., Туребекова Г.З., Пусурманова Г.Ж., Жаппаров Б.Е. The possibilities of increasing the strength of connecting rubber and textile cord in the carcass of cars // ICITE-2018 V ежегодная конференция "Производственные технологии и инжиниринг", посвященная 75-летию Южно-Казахстанского государственного университета имени М.Ауэзова и 90-летию академика Султан Таширбаевича Сулейменова. Т3. – Шымкент, 2018, С. 126...129.

9. Сагитова Г.Ф., Туребекова Г.З., Пусурманова Г.Ж., Лубчик С.Б., Калматаева Г.Н. Studying of waste of cut cord of tire production and influence of short cut cord fibers on the properties of rubbers // Industrial Technology and Engineering. – №12, декабрь 2019.

REFERENCES

1. Shevchenko A.A. Fizikokhimiya i mekhanika kompozitsionnykh materialov. – Sankt-Peterburg: Professiya, 2010.

2. Shmurak I.L. Shinnyy kord i tekhnologiya ego obrabotki. – M., 2007.

3. Minigaliev T.B., Dorozhkin V.P. Tekhnologiya rezinovykh izdeliy. – Kazan': KGTU, 2009.

4. Perepelkin K.E. Struktura i strukturnaya obuslovlennost' svoystv volokon i voloknistykh materialov // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkoy promyshlennosti. – 2009, №1. S.64...75.

5. Gartseva L.A., Vasil'ev V.V. Khimicheskaya tekhnologiya tekstil'nykh materialov. – Ryazan': Filial IGTA, 2004.

6. Vlasov G.Ya. Osnovy tekhnologii shinnogo proizvodstva. – Voronezh, 2002.

7. Myrkhalikov Zh.U., Turebekova G.Z., Sagitova G.F., Sakibaeva S.A. Vozmozhnosti povysheniya adgezii reziny k tekstil'nomu kordu iz iskusstvennykh volokon // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, №1. S. 49...53.

8. Sagitova G.F., Turebekova G.Z., Pusurmanova G.Zh., Zhapparov B.E. The possibilities of increasing the strength of connecting rubber and textile cord in the

carcase of cars// ICITE-2018 V ezhegodnaya konferentsiya "Proizvodstvennye tekhnologii i inzhiniring", posvyashchennaya 75-letiyu Yuzhno-Kazakhstanskogo gosudarstvennogo universiteta imeni M.Auezova i 90-letiyu akademika Sultan Tashirbaevicha Suleymenova. T3. – Shymkent, 2018, S. 126...129.

9. Sagitova G.F., Turebekova G.Z., Pusrmanova G.Zh, Lubchik S.B., Kalmataeva G.N. Studying of

waste of cut cord of tire production and influence of short cut cord fibers on the properties of rubbers // Industrial Technology and Engineering. – №12, dekabr' 2019.

Рекомендована кафедрой нефтепереработки и нефтехимии. Поступила 22.01.20.
