

УДК 641. 1

**ИССЛЕДОВАНИЕ ОТХОДОВ  
ОБРЕЗИНЕННЫХ ТЕКСТИЛЬНЫХ КОРДОВ ШИННОГО ПРОИЗВОДСТВА  
КАК ИСТОЧНИКА ПОЛУЧЕНИЯ ВОЛОКНИСТЫХ НАПОЛНИТЕЛЕЙ**

**INVESTIGATION OF WASTE  
RUBBER TEXTILE CORDS OF TIRE PRODUCTION  
AS A SOURCE OF FIBROUS FILLERS**

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

*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; akerke-1982@mail.ru; laura\_8919@inbok.ru; 2000012@mail.ru;  
skonysbekov@mail.ru

*В данной статье рассмотрены результаты исследований по использованию текстильных отходов в составе резиновых композиций для повышения жесткости. Источниками волокнистых наполнителей для армирования резин могут быть текстильные отходы, образующиеся в процессе изготовления изделий на заводах резиновой промышленности и при переработке изношенных резиновых изделий. При переработке резиноволокнистой композиции на двух видах оборудования механизм измельчения принципиально различный. Показано, что использование волокнистого наполнителя из отработанных обрезаемых кордов влияет на регулирование упругодеформационных свойств резиновых шин: повышает прочность сцепления, модуль упругости, термостойкость, анизотропию и позволяет определить допустимые пределы его использования в производственных условиях. Установлено, что использование волокнистых наполнителей из отходов обрезаемых кордов в рецептурах резин обкладочного типа позволяет снизить ресурсоемкость изделий.*

*This article discusses the results of research on the use of textile waste in the composition of rubber compositions to increase stiffness. Sources of fibrous fillers*

*for rubber reinforcement can be textile waste generated in the process of manufacturing products in the rubber industry and in the processing of worn rubber products. When processing a rubber-fiber composition on two types of equipment, the grinding mechanism is fundamentally different. It is shown that the use of fibrous filler from spent rubberized cords affects the regulation of elastic-deformation properties of rubber tires: increases the adhesion strength, modulus of elasticity, temperature resistance, anisotropy, allows determining the permissible limits of its use in production conditions. It is established that the use of fibrous fillers from spent rubberized cords in the formulations of rubbers of the lining type can reduce the resource intensity of products.*

**Ключевые слова:** отходы, волокнистые материалы, адгезив, хлопковые волокна, резиновые смеси, волокнистые отходы.

**Keywords:** waste, fibrous materials, adhesive, cotton fibers, rubber compounds, fibrous waste.

В настоящее время ситуация в экономике и экологии такова, что существует объективная потребность получения волокнистых наполнителей из отходов текстильсодержащих материалов. Для эффективного использования текстильсодержащих отходов их необходимо привести к виду, удобному для дальнейшей переработки на различных переделах производства – резиносмесителях, вальцах, каландрах, протекторных и других агрегатах – то есть разработать способ получения композиций, состоящих из коротких моноволокон, что обеспечивает однородное распределение их в смеси и достижение высокого уровня свойств композитов. Поверхностная обработка текстильных материалов латексными составами и резиновыми смесями, повышающая эффективность их армирующего действия в резинах, а также возможность применения полидисперсных волокон, открывают перспективы практического использования отходов обрезаемых кордов шинного производства в качестве источников получения волокнистых наполнителей.

Корд является конструкционным материалом шин и резиновых технических изделий, воспринимающих нагрузки, поэтому выносливость изделий в эксплуатации в значительной степени определяется как комплексом физико-механических свойств корда, так и прочностью связи между

кордом и резиной [1]. Комплекс характеристик полиэфирных волокон делает их перспективным материалом для корда, применяемого в каркасе легковых и легкогрузовых шин. Во всем мире продолжается рост применения в каркасе легковых радиальных шин полиэфирного корда разных марок на основе полиэтилентерефталата [2]. Недостаток полиэфирного корда заключается в том, что его невозможно обрабатывать обычными латексно-резорцинформальдегидными составами без предварительной химической модификации волокон, поэтому для достижения высокой адгезии необходима либо поверхностная модификация полиэфирного корда, либо разработка и использование новых адгезивов. Необходимость монолитности резинокордных систем обусловила создание технологии пропитки кордных тканей составами, обеспечивающими достаточную связь между резинокордными элементами изделий [3].

Широкое применение волокнистых материалов в составах резинотехнических композиций совпадает с активным циклом поисковых исследований по применению отходов текстильных производств. На начальных этапах исследований короткие волокна вводили лишь с целью удешевления получаемого материала.

В резинах для клиновых ремней, некоторых формовых РТИ для увеличения

твердости и жесткости резиновых смесей в течение многих лет в качестве дешевого наполнителя использовалась молотая тряпка, очесы целлюлозы. Волокнистые наполнители использовались и для изготовления кожеподобных резин [4].

В качестве отходов для наполнения резин в настоящее время используют хлопок и шерсть [5]. Такие наполнители очень неоднородны по составу и нестабильны по размерам волокон (нитей), так как содержат большой процент длинных волокон. Хлопковая целлюлоза выделяется из коротких волокон семян хлопчатника, так называемого хлопкового пуха. В хлопке-сырце содержится 28...33 % волокна различной длины и 67...72% семян. При переработке с семян снимают длинное (20...35 мм) волокно, которое используется для переработки в текстильной промышленности. Оставшиеся более короткие волокна (8...22 мм) также отделяют от семян. Для более полного отделения волокон от семян процесс повторяют 2 - 3 раза. При каждом съеме длина волокна пуха уменьшается, и после трехкратной обработки остаются наиболее короткие волокна, длиной менее 8 мм.

В резиновых смесях хлопковые волокна обычно используют в виде отходов.

При введении в резиновые смеси такие волокнистые отходы придают им требуемую жесткость. Однако вследствие большой длины и полидисперсности, свойственной им, они трудно перерабатываются на оборудовании из-за склонности к комкованию и перепутыванию. Плохая равномерность распределения и ориентация обусловлены еще и тем, что поверхность волокон не обработана. Такими же недостатками обладают отходы полиакрилонитрильного волокна, образующегося при изготовлении ворса, искусственного меха [6].

Одним из важнейших источников получения волокнистых наполнителей для армирования резин являются отходы текстильных материалов, образующиеся в процессе изготовления продукции на заводах резиновой промышленности и при

переработке изношенных резинотехнических изделий.

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.

Отходы резины образуются как в сфере производства резиновых изделий, так и в сфере их потребления, то есть при эксплуатации. Резинотехнические изделия могут содержать в своем составе в качестве армокаркаса текстильные материалы и металл. Промышленные отходы образуются на всех стадиях изготовления резиновых изделий.

Отходы обрезиненных кордов, образующиеся в процессе производства шин диагональной и радиальной конструкции, являются технологически неизбежными.

При изготовлении деталей для сборки покрышек производят раскрой обрезиненного корда под углом от 25 до 35° для шин диагональной конструкции и под углом от 70 до 75° для шин радиальной конструкции. Угол раскроя, а следовательно, количество образующихся отходов обрезиненных кордов определяются типоразмером и конструкцией покрышки. Прикидочный расчет показал, что при выпуске на предприятии шин только радиальной конструкции количество технологически неизбежных отходов обрезиненных кордов должно составлять не менее 1,2% (мас.) от его потребляемого объема, а при выпуске шин только диагональной конструкции – не менее 3,0% (мас.).

На основании классификации и статистической обработки доступных источников информации было установлено, что в зависимости от ассортимента выпускаемой продукции количество технологически неизбежных отходов обрезиненных кордов, образующихся на предприятиях шинной промышленности, составляет в среднем 2,1...2,8% (мас.) от их потребляемого объема.

При обработке резиноволокнистой композиции на валковом оборудовании разрушение волокон происходит в потоке резиновой смеси под действием возникающих сдвиговых деформаций [7], [8]. При измельчении волокон на режущем измельчителе с горизонтальным валом ротора разрушение волокон происходит по механизму сосредоточенного реза путем воздействия на материал, подающийся непрерывно в виде листа в зазор между неподвижным ножом статора и вращающимися ножами ротора. Механизм измельчения на этих двух видах оборудования принципиально различный. В случае валкового оборудования процесс измельчения носит полностью статистический характер. В случае режущего измельчителя подача материала осуществляется с постоянной скоростью, частота вращения ротора с ножами также постоянна, поэтому разрушение имеет детерминированный характер.

Статистический характер измельчения возникает лишь в результате распределения волокон по направлениям в резиновой смеси. Как известно [9...11], расположение волокон в эластомерной матрице неоднородно, и можно говорить лишь о некотором преимущественном направле-

нии волокон на фоне общего хаотического распределения.

Таким образом, получение волокнистых наполнителей с заданными характеристиками дисперсного состава из отходов невулканизированных обрезиненных кордов с высоким резиносодержанием представляет собой сложную техническую задачу. Решение ее сопряжено в первую очередь с исследованием механизма и кинетики измельчения волокон в процессе обработки композиции на указанных видах оборудования.

В силу того, что невулканизированные обрезиненные корды представляют собой сложную систему, в состав которой кроме корда и эластомера входят технический углерод и другие ингредиенты, целесообразным и необходимым представлялось проведение как теоретического, так и экспериментального исследования процессов разрушения волокон в условиях сжатия со сдвигом и сосредоточенного резания.

В качестве объектов исследования были выбраны резиновые смеси обкладочного типа на основе изопренового каучука СКИ-3 и их вулканизаты.

Состав смесей приведен в табл. 1.

Т а б л и ц а 1

Наименование каучуков и ингредиентов	Содержание ингредиентов, мас. ч. на 100 мас. ч. каучука
СКИ-3	100,0
Сера	2,1
Сульфенамид Ц	1,5
Оксид цинка	3,9
Кислота олеиновая	5,6
Кислота стеариновая	1,1
Масло ЯП-Евро	15,6
Битум марки "Г"	3,3
Ангидрид фталевый	0,3
Техуглерод П-514	40,0
Техуглерод П-234	20,0
Волокнистый наполнитель	Переменное количество

В качестве исходных материалов для получения волокнистых наполнителей применялись следующие типы корда: капроновый, вязкозный; полиэфирный, амидный, пропитанные латексно-смоляными составами и обрезиненные резиновой смесью на

основе каучука СКИ-3 (табл.1), а также их отходы.

Обработка кордов пропиточными составами и резиновыми смесями осуществлялась в производственных условиях по соответствующей технологии [12], [13].

Для сравнительной оценки использовался промышленно выпускаемый волокнистый наполнитель РПВ (ТУ 6-06-232–89), получаемый резкой полиамидного волокна.

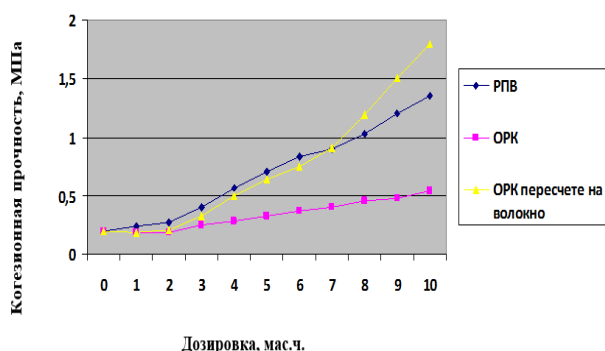


Рис. 1

Когезионная прочность смесей при введении волокнистых наполнителей обоих типов возрастает (рис. 1 – влияние волокнистых наполнителей на когезионную прочность резиновых смесей). РПВ в количестве 10 мас. ч. обеспечивает рост когезионной прочности смесей практически на порядок. Волокнистый наполнитель, полученный из обрезиненных кордов шинного производства (ОРК), в идентичной дозировке приводит к повышению когезионной прочности изопреновых композитов приблизительно в 3 раза. Как уже отмечалось, повышение когезионной прочности композитов объясняется ростом взаимозацеплений волокон и образованием своеобразного каркаса, воспринимающего нагрузку и ограничивающего деформацию эластомерной матрицы. Подтверждением является тот факт, что ОРК, пересчитанное на чистое волокно, дает усиливающий эффект аналогичный применению РПВ. При этом анизотропия по когезионной прочности при использовании ОРК в пересчете на чистое волокно возрастает даже в большей степени, чем при использовании РПВ (рис. 2 – влияние волокнистых наполнителей на анизотропию резиновых смесей по когезионной прочности), что свидетельствует о большей способности нового типа волокнистого наполнителя (ОРК) к ориентации при каландровании композитов.

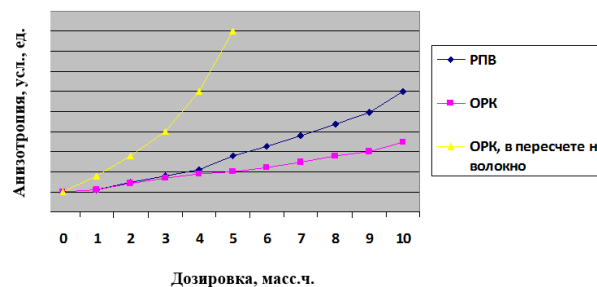


Рис. 2

По-видимому, данный факт объясняется различием в физико-химических свойствах волокон, входящих в состав ОРК и РПВ. Поверхность волокна в ОРК обработана латексными составами и резиновой смесью, то есть аппретирована и содержит большее количество активных центров. Это обуславливается и матрицей из-за лучшего его смачивания и появлением гибких связей, увеличивающих подвижность структурных образований и способствующих росту ориентационных эффектов.

## ВЫВОДЫ

Выявлено, что применение волокнистого наполнителя из отходов обрезиненных кордов является эффективным средством регулирования упругодеформационных свойств шинных резин: растет когезионная прочность, модули, теплостойкость, анизотропия. Проведена оценка стабильности показателей качества шинных резин, содержащих новый тип волокнистого наполнителя, что позволило выявить допустимые пределы его применения в условиях производства.

Внедрены рецептуры резин обкладочного типа, содержащие волокнистые наполнители из отходов обрезиненных кордов, что позволило снизить ресурсоемкость изделий.

Выявлено, что использование волокнистого наполнителя из отработанных обрезиненных кордов является эффективным средством регулирования упругодеформационных свойств резиновых шин: повышает прочность сцепления, модуль упругости, термостойкость, анизотропию. Оценена стабильность качественных показателей шинных резин, содержащих

новый тип волокнистого наполнителя, что позволило определить допустимые пределы его использования в производственных условиях.

Внедрение волокнистых наполнителей из отходов обрезиненных кордов в рецептуру резин обкладочного типа позволило снизить ресурсоемкость изделий.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Власов Г.Я. Основы технологии шинного производства. – Воронеж, 2002.
2. Ильясов Р.С. и др. Шины. Некоторые проблемы эксплуатации и производства. – Казань: Казанский гос. техн. ун-т, 2000.
3. Шевченко А.А. Физикохимия и механика композиционных материалов. – Санкт-Петербург: Профессия, 2010.
4. Сырицин Л.М., Шмурак И.Л. Производство шинного корда и технология его обработки. – Воронеж: Воронежский государственный университет, 2006.
5. Шмурак И.Л. Шинный корд и технология его обработки. – М., 2007.
6. Новопольцева О.М., Каблов В.Ф., Кракшин М.А. Материалы и создание рецептур резиновых смесей для шинной и резинотехнической промышленности. – Волгоград: ВолГТУ, 2009.
7. Минигалиев Т.Б., Дорожкин В.П. Технология резиновых изделий. – Казань: КГТУ, 2009.
8. Перепелкин К.Е. Структура и структурная обусловленность свойств волокон и волокнистых материалов // Изв. вузов. Технология легкой промышленности. – 2009, №1. С.64...75.
9. Гарцева Л.А., Васильев В.В. Химическая технология текстильных материалов. – Рязань: филиал ИГТА, 2004.
10. Корд. Кордная ткань [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org>
11. 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.
12. Сагитова Г.Ф., Туребекова Г.З., Пусурманова Г.Ж., Жанпаров Б.Е. The possibilities of increasing the strength of connecting rubber and textile cord in the carcass of cars// ICITE-2018. V ежегодная конф.: Производственные технологии и инжиниринг, посвященная 75-летию Южно-Казахстанского государственного университета им. М.Ауэзова и 90-летию академика Султан Таширбаевича Сулейменова, Т3. – Шымкент, 2018. С. 126...129.
13. 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. Vlacov G.Ya. Osnovy tekhnologii shinnoy proizvodstva. – Voronezh, 2002.
2. Ilyasov R.C. i dr. Shiny. Nekotorye problemy eksploatatsii i proizvodstva. – Kazan': Kazanskiy gos. tekhn. un-t, 2000.
3. Shevchenko A.A. Fizikokhimiya i mekhanika kompozitsionnykh materialov. – Sankt-Peterburg: Professiya, 2010.
4. Cyritsin L.M., Shmurak I.L. Proizvodstvo shinnoy korda i tekhnologiya ego obrabotki. –Voronezh: Voronezhskiy gosudarstvennyy univertsitet, 2006.
5. Shmurak I.L. Shinnyy kord i tekhnologiya ego obrabotki. – M., 2007.
6. Novopol'tseva O.M., Kablov V.F., Krakshin M.A. Materialy i sozdanie retseptur rezinovykh smesey dlya shinnoy i rezinotekhnicheskoy promyshlennosti. – Volgograd: VolGТУ, 2009.
7. Minigaliev T.B., Dorozhkin V.P. Tekhnologiya rezinovykh izdeliy. – Kazan': KGTU, 2009.
8. Perepelkin K.E. Struktura i strukturnaya obuchlovennost' svoystv volokon i volokniytkh materialov // Izv. vuzov. Tekhnologiya legkooy promyshlennosti. – 2009, №1. С.64...75.
9. Gartseva L.A., Vasil'ev V.V. Khimicheskaya tekhnologiya tekstil'nykh materialov. – Ryazan': fi-lial IGTA, 2004.
10. Kordnaya tkan' [Elektronnyy resurc]. – Rezhim doctupa: <https://ru.wikipedia.org>
11. Myrkhal'kov Zh.U., Turebekova G.Z., Cagitova G.F., Cakibaeva C.A. Vozmozhnosti povysheniya adgezii reziny k tekstil'nomu kordu iz ickucvtvennykh volokon // Izv. vuzov. Tekhnologiya tekstil'noy promyshlennosti. – 2015, №1. С.49...53.
12. Cagitova G.F., Turebekova G.Z., Pucurmanova G.Zh., Zhapparov B.E. The possibilities of increasing the strength of connecting rubber and textile cord in the carcass of cars// ICITE-2018. V ezhegodnaya konf.: Proizvodstvennyye tekhnologii i inzhiniring, pocvyashchennaya 75-letiyu Yuzhno-Kazakhctanckogo gosudarctvennogo univerciteta im. M.Auezova i 90-letiyu akademika Cultan Tashirbaevicha Culeymenova, T3. – Shymkent, 2018. С. 126...129.
13. Cagitova G.F., Turebekova G.Z., Pucurmanova G.Zh., Lubchik C.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 технологии и проектирования текстильных материалов. Поступила 22.01.20.