

## Перспективы использования отходов нефтехимии в качестве модификаторов волокнистых добавок для синтетических каучуков

И. Н. Пугачева\*, С. С. Никулин\*, Л. В. Молоканова\*,<sup>1</sup>

\* Воронежский государственный университет инженерных технологий,  
Воронеж, Россия

---

### Аннотация

В статье предложен перспективный подход к переработке вторичных полимерных материалов в ингредиенты для резинотехнических изделий. Это позволит не только решить вопросы экологического характера, но и вопросы импортозамещения наряду с удешевлением материалов. Показано, что отходы текстильной промышленности могут быть переработаны в волокнистые добавки для синтетических каучуков. Определено, что их введение в эластомерные композиции на стадии коагуляции способствует повышению эффективности процесса и его экологичности. Выявлено, что вулканизаты, полученные на основе каучуков, наполненных волокнистыми добавками, по своим эксплуатационным характеристикам соответствуют предъявляемым требованиям. Однако для улучшения прочностных характеристик было бы целесообразно вводить модифицированные волокнистые добавки. В этом случае роль модифицирующего агента могут выполнять олигомеры полученные из отходов нефтехимии. Установлено, что совместное введение волокнистой добавки и олигомера в виде водной волокно-олигомерно-антиоксидантной дисперсии является эффективным приемом. Показано, что такая комплексная добавка позволяет получить вулканизаты с улучшенными свойствами.

### Ключевые слова

Отходы нефтехимии, волокнистые добавки, синтетические каучуки, модификация.

---

### Введение

В настоящее время рынок резинотехнических изделий, несмотря на трудный год, связанный с пандемией коронавирусной инфекции и последствиями санкций, имеет стабильный рост в 10 %. По прогнозам, потребление каучука будет расти, но отсутствие отечественного производства некоторых марок остается проблемной позицией для производств резинотехнических изделий. Поэтому остро стоит вопрос

об импортозамещении как некоторых марок каучука, так и различных ингредиентов, используемых в резинотехнической промышленности. Одним из решений этой проблемы может быть повторное вовлечение вторичных материальных ресурсов в производственный процесс.

Сейчас в России объемы образования текстиля составляют около 2 млн. тонн в год. По всей стране работают менее

---

<sup>1</sup> Для переписки

Email: [larisa280272@yandex.ru](mailto:larisa280272@yandex.ru)

пятидесяти компаний-переработчиков, а их мощности небольшие и позволяют утилизировать до 18 тысяч тонн отходов текстиля. Все, что невозможно переработать, а именно, волокна, остатки ткани, брак, отправляется на свалки, сжигается и закапывается на специальных полигонах [1]. Однако такой способ приводит к тому, что грунтовые воды и почва получают большую дозу токсических веществ. В то же время отходы текстильной промышленности могут быть ценным сырьем для получения волокнистых наполнителей для синтетических каучуков, с последующим изготовлением на их основе резинотехнических изделий. Перед введением в эластомерную композицию волокнистые наполнители целесообразно подвергать обработке различными составами. Благодаря такой обработке увеличивается адгезия между эластомером и волокном, облегчается введение волокна и улучшается их распределение в среде эластомера. В основе способов повышения адгезии между волокнами и эластомером в большинстве случаев лежит процесс обработки текстильных материалов пропиточными составами [2]. В качестве пропиточных составов используют растворы, дисперсии и расплавы термо- и реактопластов, латексы и растворы эластомеров, а также некоторые мономеры и олигомеры [3]. Однако применение таких пропиточных составов зачастую обусловлено их дороговизной. В этом случае на основе отходов и побочных продуктов нефтехимических производств могут быть получены олигомеры, которые в дальнейшем возможно использовать в качестве пропиточных составов, а также в композиционных составах различного назначения для полной или частичной замены дорогостоящих компонентов.

Таким образом, комплексная переработка отходов нефтехимии и текстильной промышленности, позволит не только

получить дешевые ингредиенты для резинотехнической промышленности, но и снизить загрязнение окружающей среды.

Целью данной работы является изучение возможности применения отходов нефтехимии в качестве модифицирующего агента для волокнистых добавок, используемых для получения наполненных синтетических каучуков.

Задачи исследования: определить методику переработки отходов нефтехимии в олигомер; разработать способ модификации волокнистой добавки полученным олигомером; выявить перспективный прием введения изготовленной добавки в эластомерную композицию.

#### **Материалы и методы решения задач, принятые допущения**

Для исследования использовали следующие материалы:

- целлюлозосодержащие отходы текстильной промышленности (хлопковое волокно);
- отходы нефтехимии (стиролсодержащий олигомер, синтезированный из отходов производства полибутадиена);
- латекс эмульсионного каучука марки СКС-30 АРК;
- коагулирующий агент (раствор хлорида магния (10 % мас.));
- подкисляющий агент (раствор серной кислоты (2 % мас.)).

В качестве методов решения поставленных задач использовались стандартные методики получения и анализа композиционных материалов и каучуков.

#### **Результаты**

Стиролсодержащий олигомер (СО), синтезированный из отходов производства полибутадиена, представляет собой высоковязкое вещество. Поэтому использование его в реальных промышленных масштабах сдерживается необходимостью применения органического растворителя, что усложняет технологический процесс и

снижает его эффективность. В то же время возникает проблема экологического характера, связанная с улавливанием и регенерацией растворителя. Устранить или существенно снизить необходимость применения углеводородных растворителей представляется возможным за счет снижения молекулярной массы СО и перевода его в жидкое состояние [4].

Анализ СО методом ИК-спектроскопии [5] показал, что в нем отсутствуют активные кислородсодержащие функциональные группы, что значительно влияет на его реакционную способность. Для ее повышения в СО целесообразно дополнительно ввести функциональные группы путем его модификации высокотемпературной обработкой в присутствии малеинового ангидрида. При проведении такой модификации в системе будут протекать несколько процессов: с одной стороны — снижение молекулярной массы СО за счет реакции окислительной деструкции полимерных цепей, а с другой стороны — рост молекулярной массы за счет присоединения малеинового ангидрида к макромолекулам СО. Спектральные исследования СО, модифицированного малеиновым ангидридом показали, что в ИК-спектрах присутствуют типичные полосы поглощения, характерные для монозамещенного бензольного кольца, группы С=О и ангидридной группы СО–О–СО, что подтверждает присоединение малеинового ангидрида к исходному СО [5]. Полученный таким образом СО, модифицированный малеиновым ангидридом (СОМ), имел следующие молекулярно-массовые характеристики:  $\bar{M}_n = 1180$ ,  $\bar{M}_w = 20450$ ,  $\bar{M}_v = 13011$ ,  $\bar{M}_w/\bar{M}_n = 17.3$ .

Далее для получения волокнистой добавки использовали целлюлозосодержащие текстильные отходы, которые подвергались разволокнению и измельчению. Таким образом была изготовлена

волокнистая добавка (хлопковое волокно) размером 2–5 мм.

В промышленных масштабах волокнистые добавки вводят на стадии резиносмешения, а затем используют полученную композицию для изготовления резинотехнических изделий [6]. Однако такой способ ввода имеет свой недостаток — неравномерность распределения волокна в объеме полученной композиции. Для устранения этого недостатка был предложен иной способ введения волокнистой добавки в эластомерные композиции. Он основан на введении волокна непосредственно в латекс синтетического каучука на стадии его коагуляции [7]. Причем были изучены различные способы введения волокна в латекс: сухим, смоченным водой, с раствором поверхностно-активного вещества, с раствором коагулирующего агента, с раствором подкисляющего агента. Выявлено, что наилучшим способом является введение волокнистой добавки с коагулирующим агентом или подкисляющим агентом [8]. Такой способ введения позволяет достичь равномерного распределения волокна в каучуковой матрице, что в дальнейшем положительно отражается на эксплуатационных показателях изделий, созданных на их основе.

При таком способе введения волокнистой добавки раствор коагулирующего агента (или подкисляющего агента) выполняет роль своего рода модифицирующего агента, облегчая как процесс введения волокна в латекс, так и распределения его в объеме полимерной матрицы. В свою очередь у вулканизатов, полученных на основе наполненных таким способом каучуков, не наблюдается сильного увеличения физико-механических показателей [9, 10]. Для повышения прочностных характеристик вулканизатов целесообразно применить другой модифицирующий агент.

Поэтому для дальнейших исследований в качестве модифицирующего агента волокнистой добавки был использован полученный СОМ. Поскольку СОМ представляет собой довольно густую жидкость, необходимо разработать способ модификации им волокнистой добавки, а также прием последующего введения модифицированной волокнистой добавки в синтетический каучук на стадии латекса.

Перспективным является получение водной дисперсии на основе СОМ. Для получения водной олигомерноантиоксидантной дисперсии на основе СОМ использовали в качестве эмульгатора раствор канифольного мыла (6 % мас. на олигомер) и раствор лейканола (0,6 % мас. на олигомер). Стабильная дисперсия получалась при времени перемешивания 3 ч.

Далее были изучены различные приемы введения полученной водной олигомерноантиоксидантной дисперсии на основе СОМ (ОД) совместно с волокнистой добавкой в латекс синтетического каучука так, чтобы ОД выполняла роль модифицирующего агента. На рисунке 1 представлены приемы введения ОД и хлопкового волокна в латекс синтетического каучука.

Первый прием заключался во введении водной ОД в латекс, а волокнистой добавки с раствором серной кислоты на завершающей стадии коагуляции и не принес должного эффекта. Волокнистая добавка неравномерно распределяется в

каучуковой матрице. Второй способ, основанный на первоначальном введении волокнистой добавки, а затем водной ОД в латекс, так же оказался недостаточно эффективным, т. к. привел к тем же результатам, что и первый прием ввода. Третий прием, основанный на предварительном смешении волокнистой добавки с СОМ, с дальнейшим приготовлением на основе полученной смеси водной волокноолигомерноантиоксидантной дисперсии (ВД), оказался самым эффективным, поскольку позволил достичь равномерного распределения волокнистой добавки в каучуковой матрице.

Далее проводили оценку влияния ВД на процесс коагуляции из латекса. Процесс коагуляции осуществляли по стандартной методике с применением в качестве коагулирующего агента раствора хлорида магния. В начале процесса в латекс при постоянном перемешивании вводилась полученная ВД, затем коагулирующий агент и на завершающей стадии подкисляющий агент (раствор серной кислоты, расход 15 кг/т каучука). Затем полученную крошку каучука отделяли от серума, промывали и обезвоживали в сушильном шкафу при температуре 75–80 °С. Дозировка ВД выдерживалась 20; 40; 60 кг/т каучука, волокнистой добавки — 5 кг/т каучука. Полученные данные представлены в таблице 1.

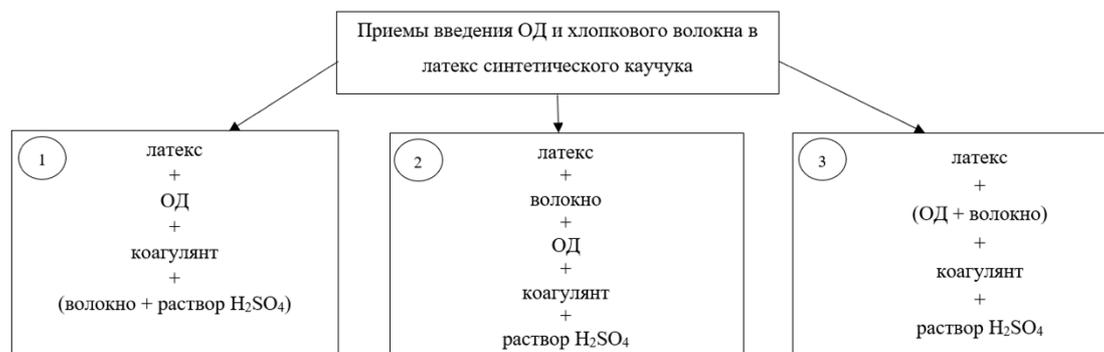


Рисунок 1 — Приемы введения ОД и хлопкового волокна в латекс синтетического каучука

**Таблица 1** — Влияние ВД и расхода коагулянта на завершенность процесса выделения (%) каучука из латекса

Расход хлорида магния, кг/т каучука	Дозировка ВД, кг/т каучука			
	0	20	40	60
5	10.1	21.0	22.0	22.3
7	19.1	40.2	41.2	42.0
12	27.4	74.2	76.6	78.9
15	82.4	91.8	92.5	93.1
20	91.1	97.4	98.0	98.5
25	93.5	99.0	99.1	99.5

**Таблица 2** — Влияние дозировки ВД на свойства каучуков и вулканизатов

Показатель	Дозировка ВД, кг/т каучука				
	0	0*	20	40	60
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С) каучука	55	54	55	54	55
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	13.6	14.1	14.8	15.2	13.8
Условная прочность при растяжении, МПа	24.1	24.1	25.2	24.5	23.7
Относительное удлинение при разрыве, %	520	520	545	535	550
Твердость по Шору А, у. ед.	57	58	64	66	68
Сопротивление раздиру, кН/м	53	58	72	74	77
Сопротивление многократному растяжению (100 %), тыс. циклов	70	72	82	86	88
Коэффициент теплового старения:					
по прочности	0.44	0.50	0.62	0.66	0.67
по относительному удлинению	0.33	0.38	0.45	0.44	0.46

Далее на основе каучуков, наполненных ВД, были приготовлены резиновые смеси и проведены испытания их физико-механических показателей. Полученные данные представлены в таблице 2.

Примечание: 0\* — образец, содержащий волокнистую добавку (5 кг/т каучука), введенную в каучук без модификации.

#### Обсуждение полученных результатов

Анализ полученных данных (таблица 1) показал, что введение ВД (в интервале исследуемых дозировок) в латекс перед его коагуляцией приводит к повышению выхода крошки каучука. Это связано как с дополнительным присутствием в

составе крошки добавки, так и с уменьшением потерь каучука в виде мелкодисперсной крошки, за счет ее улавливания волокнистой компонентой вводимой добавки. Отмечено, что применение такой добавки позволяет уменьшить расход коагулянта, необходимый для полной коагуляции до 5 кг/т каучука.

Анализ значений физико-механических показателей вулканизатов (таблица 2) выявил, что в случае применения ВД тенденция к повышению сопротивления раздиру, многократному растяжению и устойчивости к термоокислительному воздействию более существенна, чем в случае применения волокнистой добавки самостоятельно. Это показывает, что

олигомер в составе ВД выполняет роль модифицирующего агента.

### Заключение

Таким образом можно сделать следующие выводы:

- вторичные полимерные материалы, образующиеся в виде отходов на предприятиях текстильной промышленности и нефтехимии, содержат в себе ценные компоненты, которые целесообразно вовлекать в повторный производственный цикл;
- совместное введение олигомеров с волокнистой добавкой в виде ВД на стадии выделения каучука из латекса позволяет уменьшить потери каучука и снизить расход коагулянта, что в свою очередь приводит к снижению загрязненности сточных вод, а следовательно, уменьшению экологической нагрузки на окружающую среду;
- применение отходов нефтехимии в качестве модифицирующего агента для волокнистой добавки позволяет не только повысить эффективность процесса получения наполненных синтетических каучуков, но и улучшить эксплуатационные характеристики композитов, изготавливаемых на их основе;
- комплексный подход к переработке отходов различных производств позволяет повысить импортозамещение и удешевить некоторые ингредиенты для резинотехнической промышленности.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Якушев А. А., Крайнова Д. В. Современное состояние российского рынка резинотехнических изделий и перспективы его развития. *Азимут научных исследований: экономика и управление*, 2019, Т. 8, № 4(29), с. 398–402.  
DOI: 10.26140/anie-2019-0804-0090
- [2]. Туребекова Г. З., Сагитова Г. Ф., Алпамысова Г. Б., Абилхаймкызыл Л., Сихимбаева М. Т. Способы повышения прочности связи резин с текстильными кордами из синтетических волокон. *Изв. высших учебных заведений: Технология текстильной промышленности*, 2020, № 5, с. 26–33.
- [3]. Люштык А. Ю., Адериха В. Н., Песецкий С. С., Каюшников С. Н., Коваль В. Н., Шаповалов В. А., Чилек М. С., Марусенко Н. А. Влияние поверхностной обработки армирующих волокон на статические и динамические механические свойства протекторной резины на основе натурального каучука. *Полимерные материалы и технологии*, 2021, Т. 3, № 1, с. 83–90. DOI: 10.32864/polymmattech-2021-7-1-83-90
- [4]. Черных О. Н., Никулин С. С. Низкомолекулярные сополимеры из побочных продуктов производства полибутадиена в резинотехнических композитах с применением бутадиен-стирольного каучука. *Промышленное производство и использование эластомеров*, 2012, № 1, с. 39–42.
- [5]. Пугачева И. Н., Никулин С. С. Композиционные материалы: получение, свойства и применение. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017.
- [6]. Шашок Ж. С., Усс Е. П., Короткова О. А., Круглик Н. В. Свойства эластомерных композиций с волокнистыми модифицирующими добавками. *Труды БГТУ. Серия 2: Химические технологии, биотехнология, геоэкология*, 2018, № 1, с. 86–91.
- [7]. Misin V. M., Nikulin S. S., Pugacheva I. N. Cellulose-based textile waste treatment into powder-like fillers for emulsion rubbers. *Engineering textiles research methodologies, concepts, and modern applications*. Apple Academic Press, 2016, pp. 59–77.
- [8]. Мисин В. М., Никулин С. С., Пугачева И. Н., Седых В. А. Эффективный метод получения композиций

волокнистых материалов с каучуками. *Конструкции из композиционных материалов*, 2010, № 1, с. 15–21.

[9]. Пугачева И. Н., Седых В. А., Никулин С. С. Свойства вулканизатов на основе бутадиен-стирольного каучука в

присутствии целлюлозных наполнителей. *Каучук и резина*, 2012, № 5, с. 22–24.

[10]. Никулин С. С., Пугачева И. Н., Черных О. Н. Композиционные материалы на основе бутадиен-стирольных каучуков. М: «Академия Естественных наук», 2008

**Пугачева Инна Николаевна** — д-р техн. наук, декан факультета экологии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Российская Федерация, 394036, Воронеж, пр-т Революции, 19).

**Никулин Сергей Саввович** — д-р техн. наук, профессор, кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Российская Федерация, 394036, Воронеж, пр-т Революции, 19).

**Молоканова Лариса Витальевна** — канд. биол. наук, доцент, кафедра промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств, Воронежский государственный университет инженерных технологий (Российская Федерация, 394036, Воронеж, пр-т Революции, 19).

## Prospects for the use of petrochemical waste as fiber additives modifiers for synthetic rubbers

I. N. Pugacheva\*, S. S. Nikulin\*, L. V. Molokanova\*,<sup>1</sup>

\* Voronezh State University of Engineering Technologies, Voronezh, Russia

---

### Abstract

The article offers a promising approach to the processing of secondary polymer materials into ingredients for rubber products. This will not only solve environmental issues, but also import substitution issues along with cheapening materials. It is shown that textile industry waste can be processed into fiber additives for synthetic rubbers. It is determined that their introduction into elastomeric compositions at the stage of coagulation contributes to an increase in the efficiency of the process and its environmental friendliness. It has been revealed that vulcanizates obtained on the basis of rubbers filled with fibrous additives meet the requirements in terms of their operational characteristics. However, to improve the strength characteristics, it would be advisable to introduce modified fiber additives. In this case, the role of a modifying agent can be performed by oligomers obtained from petrochemical waste. It has been established that the combined introduction of a fibrous additive and an oligomer in the form of an aqueous wave-oligomer-antioxidant dispersion is an effective technique. It is shown that such a complex additive makes it possible to obtain vulcanizates with improved properties.

### Keywords

Petrochemical waste, fiber additives, synthetic rubbers, modification.

---

### REFERENCES

[1]. Yakushev A. A., Krajnova D. V. *Sovremennoe sostoyanie rossijskogo rynka rezinotekhnicheskikh izdelij i perspektivy ego razvitiya*. [The current state of the Russian market of rubber products and the prospects for its development]. *Azimut nauchnyh issledovaniy: ekonomika i upravlenie* [Azimuth of Scientific Research: Economics and Management], 2019, vol. 8, № 4(29), pp. 398–402. (In Russ.)

DOI: 10.26140/anie-2019-0804-0090

[2]. Turebekova G. Z., Sagitova G. F., Alpamysova G. B., Abilhajmkyzyl L., Sihimbaeva M. T. *Sposoby povysheniya prochnosti svyazi rezin s tekstil'nymi kordami iz sinteticheskikh volokon*. [Methods for increasing the bond strength of rubber with textile cords made of synthetic fibers] *Izv. vysshih uchebnyh zavedenij: Tekhnologiya tekstil'noj promyshlennosti* [Textile Industry Technology. Series: Proceedings of Higher Educational Institutions], 2020, № 5, pp. 26–33. (In Russ.)

---

<sup>1</sup> Corresponding author

Email: [larisa280272@yandex.ru](mailto:larisa280272@yandex.ru)

[3]. Lyushtyk A. Yu., Aderiha V. N., Peseckij S. S., Kayushnikov S. N., Koval V. N., Shapovalov V. A., Chilek M. S., Marusenko N. A. Vliyanie poverhnostnoj obrabotki armiruyushchih volokon na staticheskie i dinamicheskie mekhanicheskie svoystva protekturnoj reziny na osnove naturalnogo kauchuka. [Influence of surface treatment reinforcing fibers on the static and dynamic mechanical properties of tread rubber based on natural rubber]. *Polimernye materialy i tekhnologii* [Polymeric materials and technologies], 2021, vol. 3, № 1, pp. 83–90. (In Russ.) DOI: 10.32864/polymmattech-2021-7-1-83-90

[4]. Chernyh O. N., Nikulin S. S. Nizkomolekulyarnye sopolimery iz pobochnyh produktov proizvodstva polibutadiena v rezinotekhnicheskikh kompozitah s primeneniem butadien-stirol'nogo kauchuka. [Low molecular weight copolymers from by-products of polybutadiene production in rubber composites using styrene-butadiene rubber]. *Promyshlennoe proizvodstvo i ispolzovanie elastomerov* [Industrial production and use of elastomers], 2012, № 1, pp. 39–42. (In Russ.)

[5]. Pugacheva I. N., Nikulin S. S. Kompozicionnye materialy: poluchenie, svoystva i primenenie [Composite materials: obtaining, properties and application]. LAP LAMBERT Academic Publishing. 2017.

[6]. Shashok Zh. S., Uss E. P., Korotkova O. A., Kruglik N. V. Svoystva elastomernyh kompozicij s voloknistymi modifiziruyushchimi dobavkami. [Properties of elastomer compositions with fibrous modifying additives]. *Trudy BGTU. Seriya 2:*

*Khimicheskie tekhnologii, biotekhnologiya, geoekologiya* [Proceedings of BSTU. Series 2: Chemical technologies, biotechnology, geocology], 2018, № 1, pp. 86–91. (In Russ.)

[7]. Misin V. M., Nikulin S. S., Pugacheva I. N. Cellulose-based textile waste treatment into powder-like fillers for emulsion rubbers. Engineering textiles research methodologies, concepts, and modern applications. Apple Academic Press, 2016, pp. 59–77.

[8]. Misin V. M., Nikulin S. S., Pugacheva I. N., Sedyh V. A. Effektivnyj metod polucheniya kompozicij voloknistyh materialov s kauchukami. [An effective method for obtaining compositions of fibrous materials with rubbers]. *Konstrukcii iz kompozicionnyh materialov* [Structures from composite materials], 2010, № 1, pp. 15–21. (In Russ.)

[9]. Pugacheva I. N., Sedyh V. A., Nikulin S. S. Svoystva vulkanizatorov na osnove butadien-stirol'nogo kauchuka v prisutstvii cellyuloznyh napolnitelej [Properties of vulcanizates based on styrene-butadiene rubber in the presence of cellulose fillers]. *Kauchuk i rezina* [International Polymer Science and Technology], 2012, № 5, pp. 22–24. (In Russ.)

[10]. Nikulin S. S., Pugacheva I. N., Chernyh O. N. Kompozicionnye materialy na osnove butadien-stirolnyh kauchukov [Composite materials based on styrene-butadiene rubbers]. Moscow. Akademiya Estestvoznaniya Publ., 2008.

**Pugacheva I. N.** — Dr. Sc. (Eng.), Dean of the Faculty of Ecology and Chemical Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies (Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russian Federation).

**Nikulin S. S.** — Dr. Sc. (Eng.), Professor, Department of Technology of Organic Compounds, Polymer Processing and Technosphere Safety, Voronezh State University of Engineering Technologies (Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russian Federation).

**Molokanova L. V.** — Cand. Sc. (Bio.), Assoc. Professor, Department of Industrial Ecology, Equipment of Chemical and Petrochemical Industries, Voronezh State University of Engineering Technologies (Revolution Avenue, 19, Voronezh, 394036, Russian Federation).

**Просьба ссылаться на эту статью следующим образом:**

Перспективы использования отходов нефтехимии в качестве модификаторов волокнистых добавок для синтетических каучуков / И. Н. Пугачева, С. С. Никулин, Л. В. Молоканова // Промышленные процессы и технологии. 2022. Т. 2. № 5(7). С. 54 – 63.

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-5(7)-54-63

**Please cite this article as:**

Pugacheva I. N., Nikulin S. S., Molokanova L. V. Prospects for the use of petrochemical waste as fiber additives modifiers for synthetic rubbers. Industrial processes and Technologies, 2022, vol. 2, no. 5(7), pp. 54 – 63.

DOI: 10.37816/2713-0789-2022-2-5(7)-54-63