

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-8-85-91

<sup>1</sup>Никулин С.С., <sup>1</sup>Батурина Е.В., <sup>1,\*</sup>Власова Л.А., <sup>1</sup>Рудыка Е.А., <sup>2</sup>Никулина Н.С.<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий<sup>2</sup>Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России

\*E-mail: vllar65@yandex.ru

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНОСФЕРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ

**Аннотация.** Синтетические полимерные материалы пользуются повышенным спросом благодаря их исключительным свойствам. Основными их потребителями являются шинная и резинотехническая индустрии. При выпуске синтетических каучуков отмечается потеря полимера в виде мелкодисперсной крошки каучука, образующейся на завершающей стадии их производства. Удаление этой крошки из сточных вод цехов выделения каучука из латекса является актуальной проблемой современности. В работе представлены результаты исследования по извлечению мелкодисперсной крошки каучука. Поставленная задача решена за счет использования в технологии аппарата для разделения водных фаз, что позволяет более полно и рационально использовать дорогостоящие продукты химического и нефтехимического производства, повысить производительность и экологичность производства, что обуславливает повышение техносферной безопасности в целом. Определены оптимальные скорости потока водных фаз, пропускаемых через спиральную ленту фильтрующего элемента, которая составляет 15–25 м/с. Отделенный водный поток, содержащий концентрированную мелкодисперсную крошку каучука, возвращается на стадию коагуляции бутадиен-стирольного латекса, а очищенная водная фаза после фильтрующего элемента собирается в отдельном сборнике и используется для приготовления растворов коагулирующего и подкисляющего агентов. Дополнительное введение мелкодисперсной крошки каучука в состав образующегося коагулюма не привело к ухудшению основных физико-механических показателей получаемых каучуков и вулканизатов. Предложенный способ очистки промышленных сточных вод позволяет повысить безопасность в техносфере.

**Ключевые слова:** латекс, коагуляция, сточные воды, очистка, крошка каучука

**Введение.** Объемы изготовления синтетических каучуков нарастают с каждым годом в связи с расширением области их применения благодаря их уникальным свойствам [1–3]. К сожалению, внедрение последних инновационных решений при производстве эмульгирующих и иницирующих систем и технологий не позволяет эффективно решить возникающие экологические проблемы, что приводит к снижению уровня техносферной безопасности [4–7]. Одной из проблематичных стадий при выпуске каучука эмульсионной полимеризацией является стадия его извлечения из латекса. На этой стадии в сбрасываемых сточных водах кроме компонентов эмульсионной системы, присутствует и мелкодисперсная крошка каучука. Потеря каучука в виде мелкодисперсной крошки приводит не только к снижению производительности процесса, но и утрате ценного углеводородного сырья [8]. Кроме того, содержащаяся мелкодисперсная крошка каучука в сбрасываемых из цехов выделения эмульсионных полимеров водах, не задержанная на очистных сооружениях, поступает в природные водоемы, что приводит к повышению экологических рисков.

Поэтому с практической точки зрения повышение эффективности улавливания мелкодисперсной крошки каучука и рекуперация её в технологическом процессе позволит не только снизить потери каучука с серумом, промывными и отжимными водами, и как следствие уменьшить материальные вложения в сырьевую базу производства синтетических полимеров, сократить энергопотребление, но и решить вопросы экологического характера.

В источнике [9] было рекомендовано в технологии получения синтетического каучука, производимого эмульсионной полимеризацией, с целью повышения техносферной безопасности использовать очищенную от загрязнений эмульсионной составляющей и возвратной полимерной фракции промышленную воду, отводимую из технологического процесса синтеза каучука на очистку.

Извлечение частиц каучука осуществлялось пропусканием водной фазы через фильтрующее устройство с последующей рекуперацией потока серума, с концентрированной в нем извлеченной полимерной крошкой, на стадию коагуляции латекса, а отфильтрованный поток промывных-отжимных вод направлялся на промывку полимера.

Очистка сточных вод проводилась с выдерживанием турбулентности водяного потока в диапазоне 30000–180000 ед. Рейнольдса.

Неблагоприятными моментами данной технологии являются повышенные объемы умягченной воды при промывке каучука, потери компонентов стабилизирующей системы, недостаточно полное извлечение целевого продукта из латексной дисперсии.

В другой технологии производства эмульсионного синтетического каучука [10] было предложено проводить концентрирование крошки каучука, содержащейся в серумной, промывной и отжимной водах путем прокачки водных потоков через разделитель фаз. Серумную воду, обогащенную мелкодисперсной крошкой полимера, возвращают на стадию коагуляции, а фильтрат направляют на приготовление растворов коагулирующих агентов. Избыток воды сбрасывают на биологическую очистку. Однако нужно отметить существенный недостаток данной технологии: поры фильтра забиваются мельчайшими частицами крошки полимера и остатками компонентов эмульсионной системы, сокращая рабочий цикл между чистками (250–300 часов), что происходит в следствии снижения скорости потока воды в очистительном устройстве.

В данной работе представлено технологическое решение, позволяющее стабилизировать процесс извлечения мелкой крошки выделяемого каучука из латекса и повысить техносферную безопасность при производстве синтетических каучуков.

**Основная часть.** Поставленная цель достигается за счет использования в технологическом

процессе разделителя фаз, в котором происходит концентрирование крошки каучука и её возврат в технологический процесс. Очищенная от крошки водная фаза направляется на биологическую очистку. Наилучшие результаты достигаются при выдерживании скоростного режима концентрации 15–25 м/с в агрегате для отделения водной дисперсии сконцентрированной крошки каучука от очищенной воды [10].

Аппарат для концентрирования крошки каучука и отделения ее от серума и промывных вод представляет собой совокупность следующих элементов: цилиндрический корпус и установленный соосно фильтрующий элемент, входной и выходные патрубки, спиральная лента с шагом навивки уменьшающимся от входа к выходу (рис. 1).

В соответствии с предлагаемой технологией водная фаза, с присутствующей в ней мелкодисперсной крошкой каучука, вводится в патрубок 3 и омывает спиральную ленту с фильтрующим элементом с установленной скоростью. Фильтрующая перегородка представляет жесткий сетчатый стакан, наружная поверхность которого покрыта слоем фильтрующего элемента. При этом происходит отделение очищенной водной фазы, которая удаляется через патрубок 6, в приемную емкость и в дальнейшем рекуперируется на стадии подготовки растворов флокулирующего и подкисляющего агентов. Водная дисперсия крошки удаляется через патрубок 5 и направляется на стадию формирования крошки каучука для смешения с основной его массой.

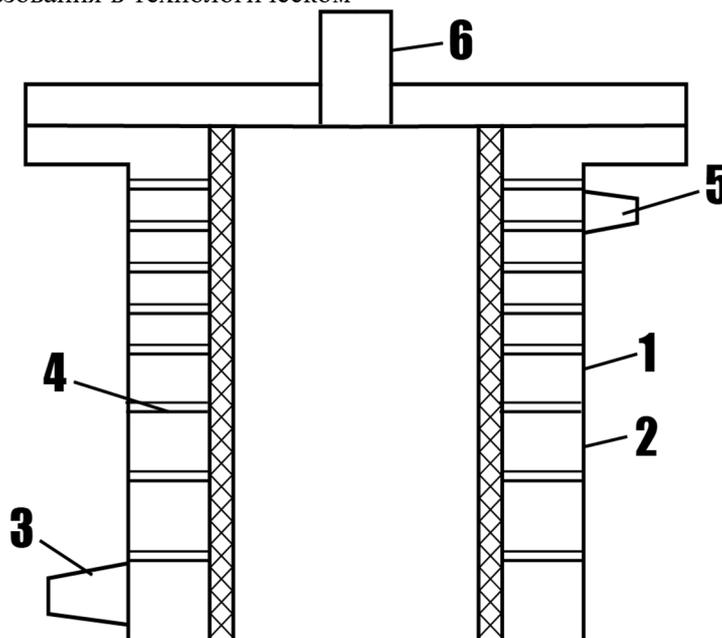


Рис. 1. Аппарат для разделения водных фаз

1 – цилиндрический корпус; 2 – фильтрующий элемент; 3, 5, 6 – патрубок; 4 – спиральная лента

На всем протяжении движения водной фазы сохраняется высокая требуемая скорость движения потоков, благодаря чему увеличивается рабочий цикл между чистками фильтра. Скорость движения потока сохраняется благодаря тому, что расстояние шага витков уменьшается от входа к выходу с учетом отвода очищенной воды через патрубок 6. Скорость потока контролируется расходомером, установленным после патрубка 5.

Благодаря высокой скорости потока увеличивается рабочий цикл между чистками фильтра до трех месяцев. При реализации способа по

изобретению N 2048476 необходимо вскрывать и подвергать очистке фильтры через каждые 10–15 дней. Это связано с резким уменьшением турбулентности и скорости очищаемого потока концентрата к выходу из устройства для разделения фаз, что приводит к прилипанию полимерной крошки на фильтрующий элемент, особенно в верхней его части.

Данные по влиянию скорости потока на продолжительность работы аппарата по разделению водных фаз в предложенном технологическом решении приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

**Влияние скорости потока серума на эффективность работы аппарата для разделения**

Показатели	Скорость потока концентрата на выходе, м/с				
	10	15	20	25	30
Подача серума в разделитель фаз, м <sup>3</sup> /ч	30	45	60	75	90
Выход концентрата из разделителя фаз, м <sup>3</sup> /ч	20	30	40	50	60
Выход фильтрата из разделителя фаз, м <sup>3</sup> /ч	10	15	20	25	30
Массовое соотношение концентрат/фильтрат	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Продолжительность работы аппарата для разделения фаз до чистки, сутки	60	72	80	86	88

Таблица 2

**Влияние скорости потока промывной воды на эффективность работы аппарата для разделения**

Показатели	Скорость потока концентрата на выходе, м/с				
	10	15	20	25	30
Подача промывной воды в разделитель фаз, м <sup>3</sup> /ч	24	36	48	60	72
Выход концентрата из разделителя фаз, м <sup>3</sup> /ч	6	9	12	15	18
Выход фильтрата из разделителя фаз, м <sup>3</sup> /ч	18	27	36	45	54
Массовое соотношение концентрат/фильтрат	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33
Продолжительность работы разделителя фаз до чистки, сутки	66	80	83	86	90
Степень отмывки каучука от коагулянтов, %	90	90	92	88	89
Содержание золы в каучуке, %	0,37	0,39	0,40	0,38	0,41

На рис. 2 представлена технологическая схема выделение каучука из латекса с использованием предлагаемого устройства: исходная

эмульсия латекса, коагулянты и подкисляющий агент поступают на стадию коагуляции в аппарат 1.

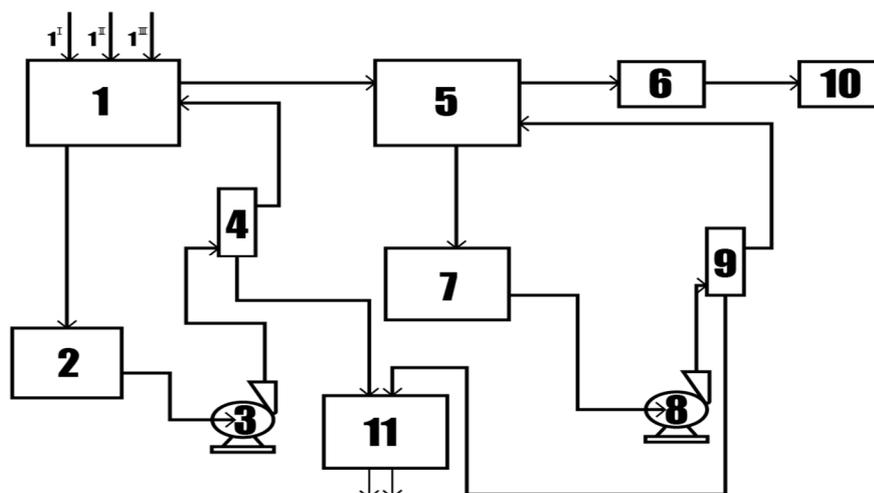


Рис. 2. Выделение каучука из латекса с использованием предлагаемого разделителя фаз

1 – аппарат коагуляции; 2, 7 – емкости для сбора серумной воды; 3, 8 – насосы; 4, 9 – аппараты для разделения водных фаз; 5 – аппарат для отмывки каучука; 6 – отжимная машина; 10 – ленточная сушилка; 11 – сборник очищенной воды

Образующаяся серумная вода поступает в емкость 2, откуда насосом 3 перекачивается в аппарат для разделения водных фаз 4. Далее водная дисперсия мелкой крошки каучука возвращается на коагуляцию в аппарат 1, а очищенная вода собирается в сборнике 11, откуда частично подается на приготовление водных растворов коагулянтов и серной кислоты, а частично направляется в химзагрязненную канализацию.

Сформированная крошка каучука поступает на отмывку в аппарат 5, после чего направляется на отжимную машину 6 и удаление оставшейся влаги в ленточную сушилку 10. Промывная вода, содержащая небольшое количество мелкодисперсной крошки каучука, собирается в сборник 7, откуда насосом 8 вводится в аппарат для разделения водных фаз 9. Затем очищенная вода направляется в сборник 11. Откуда по одному из потоков водная фаза направляется на пригото-

вление коагулирующих и подкисляющего агентов. Другой поток отводится в химзагрязненную канализацию.

Выделение каучука марок СКС-30 АРКП, СК(М)С-30 АРК осуществляют растворами белкового гидролизата, хлористого натрия, полимерных четвертичных солей аммония (ВПК-402, суперфлок и др.) [11–15].

В процессе обезвоживания полимера в отжимной машине образуется водная фаза в количестве 1,0 м<sup>3</sup>/т каучука. Производительность одной производственной линии по каучуку составляет 32 т/смену.

При использовании предложенного способа рекуперации мелкодисперсной крошки каучука требовалась провести оценку основных физико-механических показателей получаемого каучука и вулканизатов, приготовленных на его основе (табл. 3). Изготовление резиновых смесей и вулканизатов осуществляли по общепринятой рецептуре на стандартном оборудовании.

Таблица 3

**Свойства каучуков и вулканизатов на основе каучука марки СКС-30 АРК**

Показатели			Требования по ГОСТ 15627-2019
	1	2	
Вязкость по Муни каучука	51,0	52,0	45-58
Массовая доля органических кислот, %	6,2	6,1	5-7
Массовая доля мыл органических кислот, %	0,12	0,11	не более 0,3
Потеря массы при сушке, %	0,19	0,18	–
Массовая доля золы, %	0,25	0,23	не более 0,6
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	13,1	13,3	не менее 13
Условная прочность при растяжении, МПа	24,9	25,8	не менее 22,5
Относительное удлинение при разрыве, %	530	550	не менее 420
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	16	15	–
Коэффициент старения : по прочности / по относительному удлинению	0,69/0,42	0,65/0,50	–

Примечание : 1 – каучук без мелкодисперсной крошки каучука; 2 – каучук с мелкодисперсной крошкой каучука.

Результаты показали, что по всем основным показателям каучуки и вулканизаты соответствуют требованиям ГОСТ 15627-2019 «Каучуки синтетические бутадиен-метилстирольный СКМС – 30АРК и бутадиен-стирольный СКС-30АРК».

Таким образом, рекуперация мелкодисперсной крошки каучука в технологическом процессе не нарушает процесс производства эмульсионных каучуков и обеспечивает рациональное использование водных ресурсов за счет частичного возврата очищенной водной фазы для приготовления растворов коагулирующих и подкисляющего агентов. Учитывая тот факт, что в серуме присутствует хлорид натрия, используемый в качестве коагулирующего агента для снижения агрегативной устойчивости латексных дисперсий,

применение данной водной фазы будет способствовать снижению общего расхода солевого компонента в технологии выделения каучука из латекса.

**Выводы.** Применение аппарата для разделения водных потоков позволяет повысить технологическую безопасность при производстве эмульсионных каучуков, исключая попадание значительного количества мелкодисперсной крошки в природные водоемы.

Выдерживании скоростного режима концентрации на уровне 15–25 м/с в агрегате для разделения водных потоков обеспечивает уменьшение загрязнения фильтрующего элемента рекуперационной крошкой полимера, что в конечном итоге способствует повышению срока эксплуатации данного аппарата до трех месяцев между его очистками.

Дополнительное введение в крошку получаемого каучука рекуперированной мелкодисперсной каучуковой фракции не приводит к снижению показателей, получаемых вулканизатов.

Ввод в технологическую схему производства эмульсионных каучуков разделителя фаз, для очистки сбрасываемых из цехов выделения полимеров из латексов сточных вод, позволяет более полно и рационально использовать дорогостоящие продукты химического и нефтехимического производства, повысить производительность и экологичность производства, что обуславливает повышение техносферной безопасности в целом.

### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин Г.С., Горбаткин Ю.А., Крыжановский В.К., Куперман А.М., Симонов-Емельянов И.Д., Халиулин В.И., Бунаков В.А. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология : учеб. пособие. СПб.: ЦОП «Профессия», 2011. 560 с.
2. Николаев А.Ф., Крыжановский В.К., Бурлов В.В. Технология полимерных материалов. СПб: ЦОП Профессия, 2011. 536 с.
3. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 315 с.
4. Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А. Химия и технология синтетического каучука. М.: Химия, КолосС, 2008. 357 с.
5. Дюмаев К.М., Никулин С.С., Туэрос Х.В.К., Пояркова Т.Н., Мисин В.М. Экологические и экономические аспекты внедрения полимерных коагулянтов в процесс выделения промышленных эмульсионных каучуков // Вода: химия и экология. 2013. № 5 (59). С. 40–44.
6. Никулин С.С., Корнехо туэрос Х.В., Пояркова Т.Н., Мисин В.М. Сточные воды производства эмульсионных каучуков с пониженным содержанием техногенных загрязнений // Промышленное производство и использование эластомеров. 2012. № 4. С. 43–45.
7. Шульгина Ю.Е., Никулин С.С. Физические и акустические воздействия в производстве каучуков : монография. Изд-во: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 с.
8. Распопов И.В., Никулин С.С., Гаршин А.П., Рыльков А.А., Фазлиахметов Р.Г. Совершенствование оборудования и технологии выделения бутадиен-(альфа-метил) стирольных каучуков из латексов. М.: ЦНИИТЭнефтехим, 1997. 68 с.
9. Патент N 2048476 РФ, МКИ С 08 С 1/00, Способ выделения синтетического каучука из латекса. Николаев А.Г., Седых В.А., Анферов В.А., Распопов И.В., Инцков Е.В., опубл. 20.11.95. Бюл. № 32. 9 с.
10. Патент N 2144542 С1 РФ, МПК С 08 С 1/00. Способ выделения синтетических эмульсионных каучуков. Распопов В.И. Распопов И.В., Никулин С.С., опубл. 20.01.2000. Бюл. № 2. 8 с.
11. Шульгина Ю.Е. Экологический аспект получения эмульсионного бутадиен-стирольного каучука в присутствии четвертичных солей аммония // European social science Journal. 2014. Т. 2, № 3(42). С 539–543.
12. Nikulin S.S., Poyarkova T.N., Misin V.M. Coagulation of butadiene-styrene latex with poly-N,N -dimethyl-2-hydroxypropylenammonium chloride // Russian Journal of Applied Chemistry. 2004. Vol. 7. No 6. Pp. 983–987.
13. Nikulin S.S., Verezhnikov V.N., Poyarkova T.N., Shmyreva Z.V. 2,2,4 – trimethyl – 1,2-dihydroquinoline hydrochloride as coagulant for butadiene-styrene latex // Russian Journal of Applied Chemistry. 2003. Vol. 76. No 8. Pp. 1319–1322.
14. Misin V.M., Nikulin S.S. Technological and ecological aspects of the practical application of quaternary ammonium salts in Russia in production of synthetic emulsion rubbers. В книге: Monomers, oligomers, polymers, composites and nanocomposites research. USA. 2009. Pp. 351–359.
15. Nikulin S.S., CornejoTueros J.V., Poyarkova T.N. Specific features of rubber recovery from latex with poly -N,N-dimethyl-N,N- diallylammonium chloride in the presence of cotton fiber // Russian Journal of Applied Chemistry. 2012. Vol. 85. No 6. Pp. 984–987.

#### Информация об авторах

**Никулин Сергей Саввович**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru.

**Батурина Елена Вячеславовна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: baturina1717@mail.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 39400, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19.

**Власова Лариса Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: vllar65@yandex.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 394000, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19.

**Рудыка Елена Александровна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: calidahieme@gmail.com. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 39400, г. Воронеж, проспект Революции, д. 19.

**Никулина Надежда Сергеевна**, кандидат технических наук, старший преподаватель кафедры специальной подготовки. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России. Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, 231.

Поступила 25.04.2022 г.

© Никулин С.С., Батурина Е.В., Власова Л.А., Рудыка Е.А., Никулина Н.С., 2022

<sup>1</sup>Nikulin S.S., <sup>1</sup>Baturina E.V., <sup>1,\*</sup>Vlasova L.A., <sup>1</sup>Rudyka E.A., <sup>2</sup>Nikulina N.S.

<sup>1</sup>Voronezh State University of Engineering Technologies

<sup>2</sup>Voronezh Institute of qualification improvement of employees of state fire service of EMERCOM of Russia

\*E-mail: vllar65@yandex.ru

## ENSURING TECHNOSPHERE SAFETY IN THE PRODUCTION OF EMULSION RUBBERS

**Abstract.** Synthetic polymer materials are in high demand due to their exceptional properties. Their main consumers are the tire and rubber industries. When producing synthetic rubbers, there is a loss of polymer in the form of fine crumb rubber, which is formed at the final stage of their production. Today, the removal of this crumb from the wastewater of latex rubber extraction plants is an urgent issue. The results of a study on the extraction of fine rubber crumbs are presented. The task is solved by using an apparatus for separating water phases in the technology, which allows more complete and rational use of expensive products of chemical and petrochemical production, increase productivity and environmental friendliness of production, which leads to an increase in technosphere safety in general. The optimal flow rates of aqueous phases passed through the spiral belt of the filter element, which is 15–25 m/s, have been determined. The separated water stream containing concentrated fine rubber crumb is returned to the styrene-butadiene latex coagulation stage. The purified water phase after the filter element is collected in a separate collector and used to prepare solutions of coagulating and acidifying agents. The additional introduction of finely dispersed rubber crumbs into the composition of the resulting coagulum do not lead to a deterioration in the basic physical and mechanical properties of the resulting rubbers and vulcanizates. The proposed method for industrial wastewater treatment improves safety in the technosphere.

**Keywords:** latex, coagulation, wastewater, cleaning, rubber crumb

### REFERENCES

1. Kerber M.L., Vinogradov V.M., Golovkin G.S., Gorbatskin Yu.A., Kryzhanovsky V.K., Kuperman A.M., Simonov-Emelyanov I.D., Khaliulin V.I., Bunakov V.A. Polymer composite materials: structure, properties, technology [Polimernye kompozitsionnye materialy: struktura, svoystva, tekhnologiya]. St. Petersburg: PSC "Profession", 2011. 560 p. (rus)
2. Nikolaev A.F., Kryzhanovsky V.K., Burlov V.V. Technology of polymer materials [Tekhnologiya polimernyh materialov]. SPb: PSC Profession, 2011. 536 p. (rus)
3. Papkov V.N., Rivin E.M., Blinov E.V. Styrene butadiene rubbers. Synthesis and properties [Butadien-stirol'nye kauchuki. Sintez i svoystva]. Voronezh: VSUIT, 2015. 315 p. (rus)
4. Averko-Antonovich L.A., Averko-Antonovich Yu.O., Davletbaeva I.M., Kirpichnikov P.A. Chemistry and technology of synthetic rubber [Himiya i tekhnologiya sinteticheskogo kauchuka]. Moscow: Chemistry, Kolos, 2008. 357 p. (rus)
5. Dyumaev K.M., Nikulin S.S., Tueros H.V.K., Poyarkova T.N., Misin V.M. Ecological and economic aspects of the introduction of polymeric coagulants into the process of isolation of industrial emulsion rubbers [Ekologicheskie i ekonomicheskie aspekty vnedreniya polimernyh koagulyantov v process vydeleniya promyshlennyh emul'sionnyh kauchukov]. Water: chemistry and ecology. 2013. No. 5 (59). Pp. 40–44. (rus)
6. Nikulin S.S., Cornejo tueros H.V., Poyarkova T.N., Misin V.M. Wastewater from the production of emulsion rubbers with a reduced content of technogenic pollution [Stochnye vody proizvodstva emul'sionnyh kauchukov s ponizhennym soderzhanietekhnogennyh za-gryaznenij]. Industrial production and use of elastomers. 2012. No. 4. Pp. 43–45. (rus)
7. Shulgina Yu.E., Nikulin S.S. Physical and acoustic influences in the production of rubbers: monograph [Fizicheskie i akusticheskie vozdejst-

viya v proizvodstve kauchukov: monografiya]. Publisher: LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 108 p. (rus)

8. Raspopov I.V., Nikulin S.S., Garshin A.P., Rylkov A.A., Fazliakhmetov R.G. Improvement of equipment and technology for the extraction of butadiene-(alpha-methyl) styrene rubbers from latexes [Sovershenstvovanie oborudovaniya i tekhnologii vydeleniya butadien-(al'fa-metil)stiro'l'nyh kau-chukov iz lateksov]. M.: TsNIITeneftkhim, 1997. 68 p. (rus)

9. Nikolaev A.G., Sedykh V.A., Anferov V.A., Raspopov I.V., Intskov E.V. Method for isolating synthetic rubber from latex. Patent RF, no. 2048476, 1995.

10. Raspopov V.I., Raspopov I.V., Nikulin S.S. Method for isolating synthetic emulsion rubbers. Patent RF, no. 2144542, 2000.

11. Shulgina Yu.E. Ecological aspect of obtaining emulsion styrene-butadiene rubber in the presence of quaternary ammonium salts [Ekologicheskij aspekt polucheniya emul'sionnogo butadien-stiro'l'nogo kauchuka v prisutstvii chet-vertichnyh solej ammoniya]. European social science Journal. 2014. Vol. 2, No. 3(42). Pp 539–543.

12. Nikulin S.S., Poyarkova T.N., Misin V.M. Coagulation of butadiene-styrene latex with poly-N,N-dimethyl-2-hydroxypropylammonium chloride. Russian Journal of Applied Chemistry. 2004. Vol. 77. No. 6. Pp. 983–987. DOI:10.1023/B:RJAC.0000044128.92513.2E

13. Nikulin S.S., Verezhnikov V.N., Poyarkova T.N., Shmyreva Z.V. 2,2,4 – trimethyl – 1,2-dihydroquinoline hydrochloride as coagulant for butadiene-styrene latex. Russian Journal of Applied Chemistry. 2003. Vol. 76. No. 8. Pp. 1319–1322. DOI:10.1023/B:RJAC.0000008310.48483.79

14. Misin V.M., Nikulin S.S. Technological and ecological aspects of the practical application of quaternary ammonium salts in production of synthetic emulsion rubbers in Russia. In the book: Monomers, oligomers, polymers, composites and nanocomposites research. USA, 2009. Pp. 351–359. DOI:10.23939/CHC02.02.147

15. Nikulin S.S., Cornejo Tueros J.V., Poyarkova T.N. Specific features of rubber recovery from latex with poly-N,N-dimethyl-N,N-diallylammonium chloride in the presence of cotton fiber. Russian Journal of Applied Chemistry. 2012. Vol. 85. No. 6. Pp. 984–987. DOI:10.1134/S1070427212050962

#### Information about the author

**Nikulin, Sergey S.** DSc, Professor. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Military training and research center of the air force "air Force Academy named after Professor N. E. Zhukovsky and Gagarin. Russia, 394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19.

**Baturina, Elena.V.** PhD, Assistant professor. E-mail: baturina1717@mail.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19. Voronezh state University of engineering technologies. 19 Revolyutsii Prospekt, Voronezh, 394036, Russia.

**Vlasova, Larisa A.** PhD, Assistant professor. E-mail: vllar65@yandex.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19. Voronezh state University of engineering technologies. 19 Revolyutsii Prospekt, Voronezh, 394036, Russia.

**Rudyka, Elena A.** PhD, Assistant professor. E-mail: alidahieme@gmail.com. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19. Voronezh state University of engineering technologies. 19 Revolyutsii Prospekt, Voronezh, 394036, Russia.

**Nikulina, Nadezhda S.** PhD, senior lecturer. E-mail: noodi-on-sky@mail.ru. Voronezh Institute of qualification improvement of employees of state fire service of EMERCOM of Russia. 231 Krasnoznamenaya str., Voronezh, 394052, Russia.

Received 25.04.2022

#### Для цитирования:

Никulin С.С., Батурина Е.В., Власова Л.А., Рудыка Е.А., Никулина Н.С. Обеспечение техносферной безопасности при производстве эмульсионных каучуков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2022. № 8. С. 85–91. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-8-85-91

#### For citation:

Nikulin S.S., Baturina E.V., Vlasova L.A., Rudyka E.A., Nikulina N.S. Ensuring technosphere safety in the production of emulsion rubbers. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2022. No. 8. Pp. 85–91. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-8-85-91