

ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-5-121-127

¹Курьлева Е.А., ¹Черных В.Н., ²Никулина Н.С., ³Вережников В.Н., ^{1,*}Пугачева И.Н.,
^{1,4}Никулин С.С.

¹Воронежский государственный университет инженерных технологий

²Воронежский институт повышения квалификации сотрудников
Государственной противопожарной службы РФ по ГО, ЧС и ЛПСБ

³Воронежский государственный университет

⁴Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия
имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина

*E-mail: eco-inna@yandex.ru

ВЫДЕЛЕНИЕ ЭМУЛЬСИОННОГО КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА С ПРИМЕНЕНИЕМ СОЛЕЙ ГИДРОКСИЛАМИНОВ

Аннотация. В настоящее время как в России, так и за рубежом наблюдается рост промышленности в различных отраслях, например, химической и нефтехимической. Однако такой подъем промышленности неразрывно связан с появлением проблем экологического характера. Поэтому при разработке новых технологий и производств, а также совершенствовании существующих уделяется особое внимание их экологическому аспекту. К таким производствам можно отнести производство синтетических каучуков. Получение синтетического каучука является многостадийной технологией на некоторых стадиях которой наблюдаются определенные проблемы. Например, стадия коагуляции характеризуется повышенным загрязнением сточных вод остатками коагулирующего, подкисляющего агентов и компонентами эмульсионной системы. Поэтому исследования в направлении повышения экологичности этой стадии являются важными и актуальными. В работе проведены исследования по поиску новых перспективных коагулянтов. Проведена сравнительная оценка коагулирующей способности солей аммония на основе гидроксилламина солянокислого и сернокислого в сравнении с хлоридом и сульфатом аммония и хлоридом натрия. Эффективность коагулирующего действия данных неорганических солей аммония изучали на выпускаемом в промышленности каучуковом латексе СКС-30 АРК. Установлено, что выход крошки каучука закономерно возрастал с увеличением расхода коагулирующего агента и понижением температурного режима процесса. Положительные результаты достигаются при использовании для снижения агрегативной устойчивости дисперсных систем азотсодержащих солей. Каучуки и резины по своим основным показателям соответствовали предъявляемым требованиям.

Ключевые слова: латекс, соли, коагуляции, каучук, вулканизаты, показатели.

Введение. В настоящее время потребителями продукции резиновой промышленности являются многие отрасли различных промышленных производств. К ним относятся строительство, машиностроение, нефтедобыча, производители автотранспортных средств и т.д. Такой спрос на резину связан с тем, что это уникальный конструкционный материал, имеющий такие важные показатели, как эластичность, газонепроницаемость, стойкость к деформациям и др. [1, 2].

Резиновая промышленность включает в себя не только производство резиновых и резинотехнических изделий, но и производство каучуков [3]. Мировое потребление каучуков с каждым годом увеличивается, и в 2019 году выросло на 2,5 %, что составляет около 16 млн. тонн. Ассортимент выпускаемых синтетических каучуков

ежегодно возрастает и в настоящее время составляет несколько десятков различных видов. В тоже время производители синтетических каучуков активно работают над технологиями, позволяющими получать бутадиеновые и бутадиевстирольные каучуки нового поколения. При внедрении новых технологий изготовления синтетических каучуков и модернизации действующих, необходимо учитывать требования региональной экологии. Технология получения синтетических каучуков состоит из определенного количества стадий, и на некоторых из них существуют проблемы экологического характера [4].

К одной из таких стадий можно отнести стадию выделения каучука из латекса. Прежде всего это связано с тем, что процесс выделения каучука из латекса сопровождается большим расходом коагулирующего агента, в случае применения в

качестве него растворов солей на основе металлов первой группы периодической системы. Применение в качестве коагулирующего агента растворов солей на основе металлов второй группы периодической системы значительно снижает их расход, однако не решает полностью возникшую проблему. Поэтому исследования в области повышения экологичности производств синтетических каучуков являются важными и актуальными. Перспективными разработками в этом направлении могут быть технические и технологические решения, которые позволят уменьшить расход коагулирующего агента за счет замены его на более перспективный, или исключить применение коагулянта в технологии получения синтетических каучуков [5, 6].

Так исследования авторов [7] показывают, что применение в технологии получения синтетических каучуков в качестве коагулянтов низкомолекулярных и высокомолекулярных четвертичных солей аммония, является одним из перспективных способов снижения расхода коагулянта в десятки раз. Это обусловлено тем, что ионы аммония характеризуются большим размером и менее гидратированы, чем ионы натрия, что способствует повышению их коагулирующего действия [8, 9]. Однако и у таких коагулирующих агентов существуют недостатки, например, их высокая стоимость и невозможность применения в некоторых технологических процессах. В тоже время на различных химических производствах образуются отходы, в состав которых входят соли аммония. Такие отходы утилизируются частично, а большая их часть не находит применения. Поэтому их переработка и дальнейшее применение в производстве синтетических каучуков является целесообразным с экологической и экономической точек зрения [10, 11]. В работе [12] показана перспективность использования неорганических солей аммония в производстве синтетических каучуков.

Кроме того, дальнейшие изучения по применению других солей аммония в технологии выделения каучуков из латекса позволяет расширить не только области их применения, но и внести существенный научный вклад в развитие теоретических основ по изучению устойчивости дисперсных систем к действию электролитов различной природы. Поскольку, имеющиеся литературные данные не охватывают в полной мере сведений о перспективах использования имеющихся солей аммония в производстве эмульсионных каучуков.

Настоящая работа посвящена изучению вопроса совершенствования технологии получения синтетических каучуков за счет повышения эко-

логичности процесса их изготовления посредством применения перспективных коагулянтов. Изучение литературных данных выявило отсутствие исследований по применению солянокислого и сернокислого гидросиламинов в качестве коагулянта в технологии получения синтетических каучуков. Поэтому исследования в данном направлении имеют не только практическое, но и научное значение, так как позволяют расширить имеющиеся литературные данные о снижении агрегативной устойчивости латексных систем в присутствии электролитов различной природы.

Методология. В качестве объекта исследования использовали латекс бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК, получаемого методом эмульсионной полимеризации, со следующими характеристиками: сухой остаток – 20,7 % мас., поверхностное натяжение – 57,5 мН/м, рН латекса – 9,6, содержание связанного стирола – 22,6 % мас.

Для проведения процесса коагуляции латекса СКС-30 АРК использовали стандартную методику [13], основанную на применении коагулирующего и подкисляющего агентов. В качестве коагулирующего агента использовали водные растворы следующих солей (концентрация в растворах солей аммония, % мас.): сульфата (10,0), хлорида (10,0), солей аммония на основе гидросиламина солянокислого (ГАСК-1) и сернокислого (ГАСК-2) (10,0). В качестве подкисляющего агента – водный раствор серной кислоты (2,0 % мас.). Процесс выделения каучука из латекса осуществляли на коагуляционной установке, представляющей собой емкость с устройством, для перемешивания и помещенную в термостат для поддержания заданной температуры (20 и 1 °С). Полноту выделения каучука из латекса оценивали по прозрачности серума и массе получаемой крошки каучука. Крошку каучука отделяли от серума и промывали теплой водой. Полученную таким способом крошку каучука предварительно частично обезвоживали, а затем досушивали в сушильном аппарате при температуре 82 ± 2 °С. Полученные таким способом образцы каучука использовали для изготовления резиновых смесей и вулканизатов, которые в дальнейшем подвергали стандартным испытаниям.

Основная часть. Данные, полученные в результате эксперимента, показали, что увеличение расхода коагулирующего агента приводит к повышению массы выделяемой крошки каучука (табл. 1). Необходимо отметить, что вид коагулирующего агента влияет на его расход, необходимый для протекания процесса полной коагуляции. Так при употреблении ГАСК-1 в качестве коагулянта полнота выделения каучука из ла-

текса достигалась при его расходе 90 кг/т каучука. Такой расход выше, чем расход у других исследованных солей аммония - хлорида и сульфата аммония (50 и 70 кг/т каучука соответственно). Данные расходы в два-три раза меньше

расхода хлорида натрия (150 кг/т каучука) при применении его в качестве коагулянта. В тоже время применение пониженной температуры (1 °С) способствует сокращению расхода соли необходимого для полной коагуляции.

Таблица 1

Выделение каучука из бутадиен-стирольного латекса СКС-30 АРК в присутствии различных солей

Вид коагулянта	Сульфат аммония						
Температура коагуляции, °С	1 / 20						
Расход сульфата аммония, кг/т каучука	10	20	30	40	50	70	-
Выход коагулюма, %	<u>57,1</u> 35,9	<u>70,3</u> 60,8	<u>83,5</u> 75,1	<u>89,0</u> 82,0	<u>94,2</u> 87,9	<u>96,1</u> 94,9	-
Оценка полноты коагуляции	кнп кнп	кнп кнп	кнп кнп	кнп кнп	кп кнп	кп кп	-
Вид коагулянта	Аммоний хлористый						
Температура коагуляции, °С	1 / 20						
Расход хлорида аммония, кг/т каучука	10	20	30	40	50	70	-
Выход крошки каучука, %	<u>79,7</u> 75,2	<u>87,1</u> 83,5	<u>94,8</u> 85,7	<u>95,0</u> 88,2	<u>94,3</u> 91,7	<u>95,1</u> 93,6	-
Оценка полноты коагуляции	кнп кнп	кнп кнп	кп кнп	кп кнп	кп кп	кп кп	-
Вид коагулянта	ГАСК-1						
Температура коагуляции, °С	1 / 20						
Расход гидросиламина солянокислого, кг/т каучука	10	30	50	70	90	110	-
Выход крошки каучука, %	<u>78,9</u> 67,1	<u>82,9</u> 78,1	<u>90,0</u> 83,3	<u>95,2</u> 92,4	<u>96,4</u> 93,7	<u>97,0</u> 96,2	-
Оценка полноты коагуляции	кнп кнп	кнп кнп	кнп кнп	кп кп	кп кп	кп кп	-
Вид коагулянта	ГАСК-2						
Температура коагуляции, °С	1 / 20						
Расход гидросиламина солянокислого, кг/т каучука	10	30	50	70	90	110	130
Выход крошки каучука, %	<u>81,8</u> 35,7	<u>88,9</u> 41,7	<u>89,6</u> 58,6	<u>94,0</u> 68,6	<u>95,6</u> 80,5	<u>96,1</u> 92,1	- 94,8
Оценка полноты коагуляции	кнп кнп	кнп кнп	кнп кнп	кп кнп	кп кнп	кп кп	- кп

Примечание: расход серной кислоты 15 кг/т каучука; рН водной фазы (серума) 2,8-3,1; кнп – коагуляция неполная; кп – коагуляция полная.

Такая повышенная коагулирующая способность солей аммония объясняется тем, что ионы аммония обладают большим размером и меньшей степенью гидратации, по сравнению с ионами натрия. Применение неорганических солей сопряжено с вкладом концентрационного механизма коагуляции, основанным на снижении потенциального барьера отталкивания частиц вследствие сжатия диффузных ионных слоев эмульгатора на их поверхности.

Данные, приведенные в табл. 1, позволяют отметить характерную особенность поведения изученных солей в процессе коагуляции: сернокислые соли независимо от природы азотсодержащего катиона характеризуются более высоким

расходом необходимым для полного выделения каучука из латекса, чем соответствующие соли соляной кислоты. То есть хлориды обладают более высокой эффективностью коагулирующего действия, чем сульфаты. Эта особенность может быть объяснена с учетом различий тех параметров хлорид- и сульфат-анионов, которые могут влиять на их способность изменять состояние диффузных двойных электрических слоев при их введении в объем водной фазы латекса. Как известно, основной вклад в коагулирующую способность электролита вносит те ионы, заряд которых противоположен по знаку заряду коллоидных частиц (противоионы). Хотя одноименно за-

ряженные ионы (коионы) слабо влияют на коагулирующую способность электролита, в данном случае как раз обнаруживается влияние природы коионов - хлорида и сульфата. Прежде всего, подтверждается известная закономерность, что чем сильнее гидратирован ион, тем ниже его коагулирующая способность [14]. Теплота гидратации сульфат-иона более чем в три раза превышает теплоту для хлорид-иона (265 и 84 ккал/г-ион соответственно [15]). Более мощная гидратная оболочка сульфат-аниона снижает его способность сжимать двойной электрический слой частиц. К такому же выводу приводит сравнение размеров данных ионов. «Истинный» радиус иона Cl^{-1} равен $0,74 \text{ \AA}$, а «термохимический» радиус SO_4^{2-} равен $2,95 \text{ \AA}$ [16]. Несмотря на неко-

торую некорректность сравнения радиусов, полученных, исходя из различных предпосылок, можно убедиться в том, что сульфат значительно больше по размеру, чем хлорид. Приведенные соображения в достаточной мере обосновывают наблюдающиеся в эксперименте различия в расходе хлоридов и сульфатов при коагуляции латекса.

На завершающем этапе исследования на основе выделенной крошки каучука СКС-30 АРК (контрольного и экспериментальных образцов), изготовлены резиновые смеси и вулканизаты, с использованием общепринятых ингредиентов и методике. В табл. 2 приведены данные испытаний полученных резиновых смесей и вулканизатов.

Таблица 2

Свойства каучуков, резиновых смесей и вулканизатов

Показатели	Нормы по ТУ 38.40355-99	Коагулянт		
		Хлорид натрия	Хлорид аммония	ГАСК-1
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С) каучука резиновой смеси	53±5	52	50	53
	-	64	66	67
Массовая доля летучих веществ, %	не более 0,8	0,21	0,16	0,15
Массовая доля золы, %	не более 0,5	0,19	0,12	0,14
Условное напряжение при 300 % удлинении, МПа	не менее 13,0	13,3	13,6	13,1
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 22,5	23,6	24,5	24,0
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 420	540	520	550
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	-	13	12	13

Полученные данные свидетельствуют о том, что комплекс свойств, которыми обладают вулканизаты, изготовленные на основе каучука, выделенного из латекса солями аммония, близок к показателям вулканизата приготовленного на основе каучука, выделенного из латекса хлоридом натрия (стандартный образец).

Выводы. Из исследованных коагулирующих агентов перспективными являются соли аммония, причем гидроксилламин солянокислый проявил себя как эффективный коагулянт (расход составил 90 кг/т каучука, что почти в два раза ниже расхода хлорида натрия). В тоже время гидроксилламин сернокислый обладает более низкой коагулирующей способностью, чем гидроксилламин солянокислый. На процесс коагуляции оказывает влияние температурный режим, а именно снижение температуры приводит к интенсификации процесса и снижению расхода коагулянта. Вулканизаты полученные на основе каучуков, выделенных в присутствии изучаемых коагулирующих агентов, обладают комплексом свойств, соответствующих предъявляемым требованиям.

Применение новых перспективных коагулирующих агентов позволяет снизить их расход в процессе коагуляции и тем самым повысить экологичность технологии получения синтетических каучуков.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Richard A.P., Zaikov G.E., Pielichowski J. Monomers, Oligomers, polymers, composites and nanocomposites research: synthesis, properties and applications. New York: Published by nova science publishers Inc., 2009. 450 p.
2. Berlin A.A., Joswik R., Vatin N.I. Engineering textiles research methodologies, concepts, and modern applications. New York: Apple Academic Press, 2015. 351 p.
3. Пугачева И., Никулин С. Композиционные материалы на основе эмульсионных каучуков. Deutschland. LAP LAMBERT Academic Publishing, 2017. 219 с.
4. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж: ВГУИТ, 2015. 315 с.

5. Zaikov G.E., Babkin V.A. Process advancement in chemistry and chemical engineering research. Apple Academic Press Inc., Canada. 2016. 355 p.
6. 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.
7. Фам К.Д., Навроцкий В.А., Гайдадина А.Н., Горковенко Д.А. Коагуляция латекса натурального каучука поли-N, N'-диаллил-N, N'-диметиламмоний хлоридом // Известия ВолгГТУ. 2017. № 3. С. 70-74.
8. Лукомский Ю.Я., Гамбург Ю.Д. Физико-химические основы электрохимии. Долгопрудный.: Издательский Дом «Интеллект», 2008. 424 с.
9. Миомандр Ф., Садки С., Одебер Р., Мелле-Рено Р. Электрохимия. М.: Техносфер, 2008. 360 с.
10. Ахметов Т.Г., Ахметова Р.Т., Гайсин Л.Г., Ахметова Л.Т. Химическая технология неорганических веществ. СПб.: Лань, 2017. 688 с.
11. Наркевич И.П., Печковский В.В. Утилизация и ликвидация отходов в технологии неорганических веществ. М.: Химия, 1984. 240 с.
12. Никулина Н.С., Булатецкая Т.М., Провоторова М.А., Пугачева И.Н., Вережников В.Н., Никулин С.С. Изучение возможности применения в производстве эмульсионных каучуков неорганических солей аммония // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 4. С.37-40.
13. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Издательский Дом «Академия Естествознания», 2011. 124 с.
14. Гольфман М.И. Коллоидная химия. СПб.: Лань, 2010. 336 с.
15. Некрасов Б.В. Основы общей химии. Т.1. СПб. [и др.]: Лань, 2003. 687 с.
16. Лурье Ю.Ю. Справочник по аналитической химии. М.: Альянс, 2007. 447 с.

Информация об авторах

Курьлева Елизавета Александровна, бакалавр кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств. E-mail: rorowaeliz99@yandex.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 394036, Воронеж, пр. Революции, д. 19.

Черных Вера Николаевна, аспирант кафедры промышленной экологии, оборудования химических и нефтехимических производств. E-mail: a8904211v@mail.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 394036, Воронеж, пр. Революции, д. 19.

Никулина Надежда Сергеевна, кандидат технических наук, преподаватель. E-mail: nad.nikulina2013@yandex.ru. Воронежский институт повышения квалификации сотрудников Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий. Россия, 394052, г. Воронеж, ул. Краснознаменная, д. 231.

Вережников Виктор Николаевич, доктор химических наук, профессор кафедры высокомолекулярных соединений и коллоидов. Воронежский государственный университет E-mail: vvn@chem.vsu.ru. Россия, 394018, г. Воронеж, Университетская площадь, д.1.

Пугачева Инна Николаевна, доктор технических наук, доцент, декан факультета экологии и химической технологии. E-mail: eso-inna@yandex.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 394036, Воронеж, пр. Революции, д. 19.

Никулин Сергей Саввович, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 394036, Воронеж, пр. Революции, д. 19. Военный учебно-научный центр Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина». 394064, Воронежская обл., г. Воронеж, ул. Старых Большевиков, д. 54 а.

Поступила 23.03.2020

© Курьлева Е.А., Черных В.Н., Никулина Н.С., Вережников В.Н., Пугачева И.Н., Никулин С.С., 2020

¹Kuryleva E.A., ¹Chernykh V.N., ²Nikulina N.S., ³Verezhnikov V.N., ^{1,*}Pugacheva I.N.,
^{1,4}Nikulin S.S.

¹Voronezh State University of Engineering Technologies

²Voronezh Institute for Advanced Studies of the State Fire Service
of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and LPSB

³Voronezh State University

Military Training and Scientific Center of the Air Force

Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Y.A. Gagarina

*E-mail: eco-inna@yandex.ru

ISOLATION OF EMULSION RUBBER FROM LATEX USING HYDROXYLAMINE SALTS

Abstract. Currently, there is a growth of industry in various sectors, including chemical and petrochemical in Russia and abroad. However, this rise in industry is inextricably linked to the emergence of environmental problems. Therefore, when developing new technologies, production facilities and improving existing ones, special attention is paid to their environmental aspect. These industries include the production of synthetic rubbers. The production of synthetic rubber is a multi-stage technology; at some stages certain problems are observed. For example, the coagulation stage is characterized by increased contamination of wastewater with residues of coagulating, acidifying agents and components of the emulsion system. Therefore, research in the direction of improving the environmental friendliness of this stage is important and relevant. Research on the search for new promising coagulants has been carried out. A comparative assessment of the coagulating ability of ammonium salts based on hydroxylamine hydrochloric acid and sulfuric acid in comparison with ammonium chloride and sulfate and sodium chloride is carried out. The effectiveness of the coagulating action of these inorganic ammonium salts is studied on industrial rubber latex SKS-30 ark. It is found that the yield of rubber crumbs naturally increased with a growth in the consumption of the coagulating agent and a decrease in the temperature regime of the process. Positive results are achieved when nitrogen-containing salts are used to reduce the aggregative stability of disperse systems. Caoutchouc and rubbers in their basic indicators meet the requirements.

Keywords: latex, salts, coagulation, rubber, vulcanizates, indicators.

REFERENCES

1. Richard A.P., Zaikov G.E., Pielichowski J. Monomers, oligomers, polymers, composites and nanocomposites research: synthesis, properties and applications. New York: Published by nova science publishers Inc., 2009. 450 p.

2. Berlin A.A., Joswik R., Vatin N.I. Engineering textiles research methodologies, concepts, and modern applications. New York: Apple Academic Press, 2015. 351 p.

3. Pugacheva I., Nikulin S. Composite materials based on emulsion rubbers. [Kompozicionnye materialy na osnove emul'sionnyh kauchukov]. Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publishing: 2017. 219 p. (rus)

4. 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)

5. Zaikov G.E., Babkin V.A. Process advancement in chemistry and chemical engineering research. Canada: Apple Academic Press Inc., 2016. 355 p.

6. 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]. M: Chemistry KolosS, 2008. 357 p. (rus)

7. Fam K.D., Navrotsky V.A., Gaidadina A.N., Gorkovenko D.A. Coagulation of natural rubber latex with poly-N, N'-diallyl-N, N'-dimethylammonium chloride [Koagulyaciya lateksa natural'nogo kauchuka poli-N, N'-diallil-N, N'-dimetilammonij hloridom]. Izvestiya VolgGTU. 2017. No. 3. Pp. 70-74. (rus)

8. Lukomsky Y.Y., Hamburg Yu.D. Physico-chemical fundamentals of electrochemistry. [Fiziko-himicheskie osnovy elektrohimii]. Dolgoprudny: Intellect Publishing House, 2008. 442 p. (rus)

9. Miomander F., Sadki S., Odeber R., Mealle-Renault R. Electrochemistry. [Elektrohimiya]. M: Technosphere, 2008. 360 p. (rus)

10. Akhmetov T.G., Akhmetova R.T., Gaysin L.G., Akhmetova L.T. Chemical technology of inorganic substances. [Himicheskaya tekhnologiya neorganicheskikh veshchestv]. SPb: Lany, 2017. 688 p. (rus)

11. Narkevich I.P., Pechkovsky V.V. Recycling and disposal of waste in the technology of inorganic substances. [Utilizaciya i likvidaciya othodov v tekhnologii neorganicheskikh veshchestv]. M: Chemistry, 1984. 240 p. (rus)

12. Nikulina N.S., Bulatetskaya T.M., Provotorova M.A., Pugacheva I.N., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S. Study of the possibility of using inorganic ammonium salts in the production of emulsion rubbers [Izuchenie vozmozhnosti primeneniya v proizvodstve emul'sionnyh kauchukov neorganicheskikh soley ammoniya]. Vestnik VGU. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmaciya. 2017. No. 4. Pp. 37-40. (rus)

13. Poyarkova T.N., Nikulin S.S., Pugacheva I.N., Kudrina G.V., Filimonova O.N. Workshop on

colloidal chemistry of latexes. [Praktikum po kolloidnoj himii lateksov]. M: Publishing house academy of natural sciences, 2011. 124 p. (rus)

14. Golfman M.I. Colloid chemistry. [Kolloidnaya himiya]. St. Petersburg: Lany, 2010. 336 p. (rus)

15. Nekrasov B.V. Fundamentals of general chemistry. [Osnovy obshchej himii]. T.1. SPb. [et al.]: Lany, 2003. 687 p. (rus)

16. Lurie Y.Y. Handbook of analytical chemistry. [Spravochnik po analiticheskoj himii]. M: Alliance, 2007. 447 p. (rus)

Information about the authors

Kuryleva, Elizaveta A. bachelor student. E-mail: popowaeliz99@yandex.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, pr. Revolutsii, d.19.

Chernykh, Vera N. postgraduate student. E-mail: a8904211v@mail.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, pr. Revolutsii, d.19.

Nikulina, Nadezhda S. PhD, Lecturer. E-mail: nad.nikulina2013@yandex.ru. Voronezh Institute for Advanced Studies of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Disaster Management. Russia, 394052, Voronezh, ul. Red Banner, d. 231.

Verezhnikov, Viktor N. DSc, Professor. Voronezh State University E-mail: vvn@chem.vsu.ru. Russia, 394018, Voronezh, University Square, 1.

Pugacheva, Inna N. DSc, Professor. Voronezh State University of Engineering Technologies. E-mail: eco-inna@yandex.ru. Russia, 394036, Voronezh, pr. Revolutsii, d.19.

Nikulin, Sergey S. DSc, Professor. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, pr. Revolutsii, d.19. Military training and scientific center of the air force "Air Force Academy named after Professor N.Y. Zhukovsky and Y.A. Gagarin". 394064, Voronezh region., Voronezh, st. Old Bolsheviks, d. 54 a.

Received 23.03.2020

Для цитирования:

Курьлева Е.А., Черных В.Н., Никулина Н.С., Вережников В.Н., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Выделение эмульсионного каучука из латекса с применением солей гидроксиламинов // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2020. № 5. С. 121–127. DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-5-121-127

For citation:

Kuryleva E.A., Chernykh V.N., Nikulina N.S., Verezhnikov V.N., Pugacheva I.N., Nikulin S.S. Isolation of emulsion rubber from latex using hydroxylamine salts. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2020. No. 5. Pp. 121–127. DOI:10.34031/2071-7318-2020-5-5-121-127