

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ В ПРОИЗВОДСТВЕ СИНТЕТИЧЕСКИХ КАУЧУКОВ ТРИЭТАНОЛАМИНА

В.Н. Черных, Н.А. Патрушева, Н.С. Никулина, И.Н. Пугачева, С.С. Никулин

Вера Николаевна Черных, Наталья Андреевна Патрушева, Инна Николаевна Пугачева *

Факультет экологии и химической технологии, Воронежский государственный университет инженерных технологий, просп. Революции, 19, Российская Федерация, 394036

E-mail: a8904211v@mail.ru, ganhei@yandex.ru, eco-inna@yandex.ru *

Надежда Сергеевна Никулина

Воронежский институт повышения квалификации сотрудников Государственной противопожарной службы Министерства Российской Федерации по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, Российская Федерация, 394052

E-mail: nikulina2013@yandex.ru

Сергей Саввович Никулин

Кафедра технологии органического синтеза, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, просп. Революции, 19, Воронеж, Российская Федерация, 394036

E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru

В работе исследована возможность применения в технологии получения бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК в качестве перспективных коагулянтов триэтанолamina и его соли. Установлено, что полная коагуляция в присутствии триэтанолamina протекает только при высоких расходах его и подкисляющего агента (раствор серной кислоты). В противном случае полной коагуляции не наблюдается. Это объясняется тем, что водные растворы триэтанолamina имеют щелочную среду, а в этой среде агрегативная устойчивость латекса наибольшая. Отмечено, что повышение расхода триэтанолamina в процессе коагуляции не только не способствует увеличению выхода крошки каучука, но и приводит к увеличению расхода подкисляющего агента. Выявлено, что для устранения этого недостатка возможно применение соли триэтанолamina – гидрохлорид триэтанолamina. Данный раствор получали из водных растворов триэтанолamina и соляной кислоты, с помощью гомогенизации. При применении гидрохлорида триэтанолamina в качестве коагулянта, процесс выделения каучука из латекса протекает по нейтрализационному механизму. Установлено, что применять гидрохлорид триэтанолamina в качестве коагулянта возможно в более низких дозировках, чем хлорид натрия и триэтанолamin. Необходимо отметить, что водную фазу, образующуюся в процессе коагуляции в присутствии гидрохлорида триэтанолamina, в дальнейшем можно вернуть в производство в качестве растворителя при приготовлении водных растворов подкисляющего агента и коагулянта. В то же время триэтанолamin обладает антикоррозионной активностью, что является положительным моментом, для процессов, где используется сильная серная кислота. Установлено, что физико-механические характеристики вулканизатов, полученных на основе каучуков, изготовленных в присутствии гидрохлорида триэтанолamina, соответствуют требованиям стандарта.

Ключевые слова: коагулянт, триэтанолamin, коагуляция, крошка каучука, вулканизаты, показатели

Для цитирования:

Черных В.Н., Патрушева Н.А., Никулина Н.С., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Перспектива применения в производстве синтетических каучуков триэтанолamina. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 3. С. 100–106

For citation:

Chernykh V.N., Patrusheva N.A., Nikulina N.S., Pugacheva I.N., Nikulin S.S. Prospects for use of triethanolamine in production of synthetic rubbers. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* [ChemChemTech]. 2021. V. 64. N 3. P. 100–106

PROSPECTS FOR USE OF TRIETHANOLAMINE IN PRODUCTION OF SYNTHETIC RUBBERS**V.N. Chernykh, N.A. Patrusheva, N.S. Nikulina, I.N. Pugacheva, S.S. Nikulin**

Vera N. Chernykh, Natalia A. Patrusheva, Inna N. Pugacheva *

Faculty of Ecology and Chemical Technology, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolutsii ave., 19, Voronezh, 394036, Russia

E-mail: a8904211v@mail.ru, ganhei@yandex.ru, eco-inna@yandex.ru *

Nadezhda S. Nikulina

Voronezh Institute for Advanced Training of Employees of the State Fire Service of the Ministry of the Russian Federation for Civil Defense, Emergencies and Elimination of Consequences of Natural Disasters, Krasnoznamennaya st., 231, Voronezh, 394052, Russia

E-mail: nikulina2013@yandex.ru

Sergey S. Nikulin

Department of Organic Synthesis Technology, Polymer Processing and Technosphere Safety, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolutsii ave., 19, Voronezh, 394036, Russia

E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru

The paper investigates the possibility of using SKS-30 ARK as a promising coagulant of triethanolamine and its salt in the technology of producing styrene-butadiene rubber. It was found that complete coagulation in the presence of triethanolamine occurs only at high consumption of its acidifying agent (sulfuric acid solution). Otherwise, complete coagulation is not observed. This is due to the fact that aqueous solutions of triethanolamine have an alkaline medium, and in this medium the aggregate stability of latex is greatest. It is noted that an increase in the consumption of triethanolamine in the process of coagulation not only does not increase the yield of rubber crumbs, but also leads to an increase in the consumption of the acidifying agent. It was found that to eliminate this disadvantage, it is possible to use the triethanolamine salt-triethanolamine hydrochloride. This solution was obtained from aqueous solutions of triethanolamine and hydrochloric acid, using homogenization. When triethanolamine hydrochloride is used as a coagulant, the process of separating rubber from latex proceeds by a neutralization mechanism. It was found that it is possible to use triethanolamine hydrochloride as a coagulant in lower dosages than sodium chloride and triethanolamine. It should be noted that the aqueous phase formed during the coagulation process in the presence of triethanolamine hydrochloride can later be returned to production as a solvent in the preparation of aqueous solutions of the acidifying agent and coagulant. At the same time, triethanolamine has anti-corrosion activity, which is a positive point for processes where strong sulfuric acid is used. It is established that the physical and mechanical characteristics of vulcanizates obtained on the basis of rubbers made in the presence of triethanolamine hydrochloride meet the requirements of the standard.

Key words: coagulant, triethanolamine, coagulation, rubber chips, vulcanizates, indicators**ВВЕДЕНИЕ**

Производство синтетических полимеров во всем мире активно развивается [1-3]. Направления такого развития различны, например, совершенствование технологии получения синтетических полимеров, внедрение нового аппаратного оформления процессов, каталитических и иницирующих систем и др. [4-8]. В целом все это позволяет повысить производительность процесса, снизить себестоимость получаемой продукции, решить ряд экологических проблем [9, 10]. Однако и до настоящего момента работы в этом направлении продолжаются.

Все это относится и к промышленности, производящей синтетические каучуки. Одной из стадий, производства каучуков, изготавливаемых эмульсионной полимеризацией, имеющей определенные проблемы, является стадия их выделения из латекса. Каучуки, получаемые эмульсионной полимеризацией, обладают комплексом требуемых свойств и находят широкое применение в шинной и резинотехнической промышленности [11-14]. Однако их производство может нанести существенный вред окружающей среде в разрезе региональной экологии. Это связано с тем, что в некото-

рых технологических процессах выделения каучуков из латекса и до настоящего времени используются солевые коагулирующие агенты, расход которых достигает сотен кг/т каучука [15]. Поэтому одной из важных и актуальных задач технологического и экологического характера является разработка новых процессов, позволяющих снизить расход солей или полностью исключить их применение в технологии производства эмульсионных каучуков. В обзорных работах [16, 17] показана перспективность применения в технологии выделения каучуков из латексов низкомолекулярных и высокомолекулярных четвертичных солей аммония, расход которых меньше, чем хлорида натрия и других солей. Однако высокая стоимость данных солей, а также отсутствие возможности их применения в некоторых технологических процессах, в значительной степени сдерживает их применение.

Цель данной работы – исследование возможности применения для выделения каучука СКС-30 АРК из латекса триэтаноламина (ТЭА) и его соли, с оценкой их влияния на процесс коагуляции, в сравнении с хлоридом натрия, и свойства получаемых каучуков и вулканизатов.

Чем интересно использование ТЭА в производстве синтетических каучуков? ТЭА применяется в качестве мягчителей и пластификаторов полимеров, в качестве ингибиторов коррозионных процессов и др. [18, 19]. Следовательно, присутствие ТЭА в образующейся крошке каучука не должно оказать отрицательного влияния на показатели получаемого каучука и показатели получаемых вулканизатов. В промышленных масштабах выпускаются маслонеполненные каучуки. Используемое при их производстве масло ПН-6 выполняет функцию дешевого наполнителя, а не коагулирующего агента. ТЭА в данном случае выполняет две функции коагулянта и наполнителя. Кроме того, ТЭА является ингибитором коррозионных процессов. В технологии производства эмульсионных каучуков используется водный раствор сильной серной кислоты. Применение в технологии выделения каучука продукта, выполняющего функцию ингибитора коррозионных процессов, должно способствовать увеличению срока службы технологического оборудования. Сочетаясь с кислотами, данное соединение образует соли, аналогичные солям аммония, которые способны выполнять функцию деэмульгатора.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

В эксперименте использовали промышленный каучуковый латекс СКС-30 АРК. В табл. 1 приведены его показатели.

Таблица 1

Характеристика бутадиен-стирольного латекса производства каучука СКС-30 АРК

Table. 1. Characteristics of styrene-butadiene latex production rubber SKS-30 ARK

Наименование показателей	Значение
Сухой остаток, % мас.	21,4
Поверхностное натяжение, $[\sigma]$, мН/м	58,1
рН латекса	9,5
Содержание связанного стирола, % мас.	22,7

Выделение каучука из латекса осуществляли водными растворами коагулянтов с концентрациями, %: хлорид натрия – 20,0, ТЭА – 10,0.

Коагуляцию каучукового латекса СКС-30 АРК проводили согласно общепринятой методике [20] с использованием перечисленных выше соединений, а в качестве подкисляющего агента – 2,0% водного раствора серной кислоты. Процесс проводили при температуре 20 ± 2 °С и на коагуляционной установке, представляющей собой емкость, снабженную перемешивающим устройством и помещенную в термостат для поддержания заданной температуры. Полноту коагуляции оценивали визуально по прозрачности серума и гравиметрически – по массе получаемой крошки каучука, которую отделяли от серума, промывали водой и после частичного обезвоживания досушивали в сушильном шкафу при температуре 82 ± 2 °С.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эксперимента показали (табл. 2), что выход крошки каучука с повышением расхода ТЭА не возрастал, как это отмечалось при использовании хлорида натрия, а снижался при стабильном расходе серной кислоты (15 кг/т каучука).

Такое anomальное поведение ТЭА, как коагулянта, может быть объяснено следующими причинами. Водные растворы ТЭА имеют щелочную среду (рН больше 7). Агрегативная устойчивость латекса в случае применения анионных поверхностно-активных веществ (ПАВ) достигается в щелочной среде (рН латекса 9,5). Такого поведения не было отмечено в случае использования в качестве коагулирующего агента хлорида натрия (выход крошки повышался с увеличением расхода хлорида натрия (табл. 2)).

При этом отмечали, что с увеличением расхода ТЭА, вводимого в коагулируемый латекс, выход крошки каучука не повышается, а аномально снижается, что связано с резким уменьшением кислотности коагулируемой системы (рН повышается с 3,3 до 7,5). Это связано с тем, что водный раствор

ТЭА имеет щелочную среду. Вводимое для подкисления количество подкисляющего агента расходуется на нейтрализацию щелочной среды и зарядку атома азота в молекуле ТЭА. Откуда следует, что чем выше дозировка ТЭА, вводимого в коагулируемый латекс, тем больше будет требоваться серной кислоты на зарядку атома азота в молекуле ТЭА и подкисление системы для снижения ее агрегативной устойчивости.

Так, одновременное повышение дозировки ТЭА и серной кислоты в бутадиен-стирольный латекс позволило достичь полноты выделения каучука при расходе ТЭА 110 кг/т каучука. Расход серной кислоты при этом возрастал до 40 кг/т каучука (вместо 15 кг/т каучука, коагулянт хлорид натрия).

Такой повышенный расход серной кислоты нежелателен. Серная кислота является агрессивным компонентом коагулируемой системы и недешевым. Это создает технологические и экономические проблемы для реального технологического процесса.

Поэтому для устранения такой проблемы наиболее перспективным, по мнению авторов, является применение в технологии выделения каучука из латекса гидрохлорида ТЭА. ТЭА – третичный амин и спирт с тремя спиртовыми группами, является слабым основанием ($pK_a = 7,77 \pm 0,01$). Характеризуется вступлением в реакции, свойственные аминам и спиртам. Производство данной соли легко реализуемо в промышленных масштабах.

Таблица 2

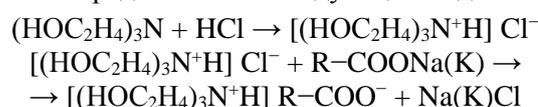
Выделение каучука из латекса SKS-30 APK в присутствии различных коагулянтов
Table. 2. Isolation of rubber from latex SKS-30 ARK in the presence of various coagulants

Вид коагулянта	Хлорид натрия							
Расход хлорида натрия, кг/т каучука	10	30	50	70	100	120	150	
Расход серной кислоты, кг/т каучука	15	15	15	15	15	15	15	15
pH водной фазы	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Выход коагулома, %	34,5	56,3	74,7	80,5	85,6	90,5	97,1	
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кп
Вид коагулянта	Триэтаноламин							
Расход ТЭА, кг/т каучука	10	30	50	70	90	110	130	150
Расход серной кислоты, кг/т каучука	15	15	15	15	15	15	15	15
pH водной фазы	3,4	5,2	6,5	7,1	7,3	7,4	7,5	7,5
Выход коагулома, %	62,8	51,7	44,9	35,3	34,3	27,1	21,3	17,9
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп
Вид коагулянта	Триэтаноламин							
Расход ТЭА, кг/т каучука	10	30	50	70	90	110	130	150
Расход серной кислоты, кг/т каучука	15	25	30	32	35	40	45	50
pH водной фазы	3,0	2,5	2,5	2,7	3,0	3,2	3,0	3,3
Выход коагулома, %	51,7	75,4	77,3	80,7	85,0	91,4	91,6	92,8
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кп	кп	кп
Вид коагулянта	Гидрохлорид триэтанолamina							
Расход ТЭА, кг/т каучука	10	30	50	70	90	110	130	150
Расход серной кислоты, кг/т каучука	15	15	15	15	15	15	15	15
pH водной фазы	2,7	2,8	2,7	2,6	2,5	2,7	2,5	2,6
Выход коагулома, %	48,8	71,0	78,7	87,0	88,9	91,7	92,3	91,8
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кп	кп	кп

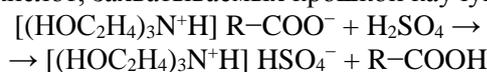
Примечание: температура коагуляции 20 °С; оценка полноты коагуляции - коагуляция неполная (кнп); коагуляция полная (кп)
 Note: coagulation temperature 20 °С; assessment of the completeness of coagulation - incomplete coagulation (кнп); complete coagulation (кп)

Для этого в 10% водный раствор ТЭА ввели расчетное количество соляной кислоты и 10% избытком и концентрацией 25-30%. Систему гомогенизировали в течение 1 ч. Полученный водный раствор гидрохлорида ТЭА, представляет собой катионное мыло, которое в дальнейшем использовали в технологии выделения каучука из латекса по

приведенной выше методике [20]. Схема получения и взаимодействия данного мыла с анионными ПАВ, стабилизирующими латексную систему, может быть представлена в следующем виде:



При подкислении коагулируемой системы образующийся комплекс распадается с выделением сернокислой соли ТЭА и высших органических кислот, захватываемых крошкой каучука:



Процесс выделения каучука из латекса базируется на протекании нейтрализационного механизма коагуляционного процесса.

В этом случае полнота выделения каучука из латекса достигалась при расходе гидрохлорида ТЭА 110 кг/т каучука, что примерно на 40 кг/т меньше, чем хлорида натрия (табл. 2). Полученные экспериментальные результаты свидетельствуют о

перспективности применения в технологии выделения каучука из латекса гидрохлорида ТЭА. Применение соли, содержащей избыток соляной кислоты, позволяет снизить расход серной кислоты с 15 до 10 кг/т каучука при сохранении тех же расходных норм ТЭА. Образующаяся водная фаза (серум) содержит в своем составе сернокислую соль ТЭА, хлорид натрия и может быть повторно использована в качестве растворителя при приготовлении водных растворов серной кислоты и ТЭА.

Далее на основе выделенных каучуков были приготовлены резиновые смеси и вулканизаты, которые по своим показателям соответствовали предъявляемым требованиям (табл. 3).

Таблица 3

Свойства каучуков, резиновых смесей и вулканизатов
Table 3. Properties of rubbers, rubber mixtures and vulcanizates

Показатели	Нормы по ТУ 38.40355-99	Коагулянт	
		Хлорид натрия	Гидрохлорид триэтанолamina
Вязкость по Муни МБ 1+4 (100 °С): каучука резиновой смеси	53±5	53	49
	-	64	60
Массовая доля летучих веществ, %	не более 0,8	0,15	0,17
Массовая доля золы, %	не более 0,5	0,17	0,15
Массовая доля связанного стирола, %	23,5±1	22,7	22,7
Условное напряжение при 300% удлинении, МПа	не менее 13,0	13,7	13,1
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 22,5	25,6	24,5
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 420	520	550
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	-	13	15

ВЫВОДЫ

Установлена возможность применения в производстве синтетических каучуков триэтанолamina и его соли – гидрохлорида. Отмечена особенность поведения триэтанолamina при введении его в каучуковый бутадиен-стирольный латекс, заключающаяся в том, что чем выше дозировка триэтанолamina, тем меньше выход крошки каучука.

Показана взаимосвязь между расходом триэтанолamina и серной кислотой. Чем выше расход триэтанолamina, тем больше расход серной кислоты, необходимой для поддержания кислой среды коагуляции латекса. Полнота выделения каучука из латекса достигалась при расходе триэтанолamina 110 кг/т каучука и серной кислоты 40 кг/т каучука.

ЛИТЕРАТУРА

- Аксенов В.И., Золотарев В.Л., Малыгин А.В., Рахматуллин А.И. Производство синтетических каучуков в Российской Федерации и за последние десять лет. Краткие итоги. *Промышл. пр-во и использ. эластомеров*. 2015. № 1. С. 10-17.

Наиболее перспективным для процессов выделения каучука из латекса является гидрохлорид триэтанолamina, обеспечивающий полноту коагуляции при расходе 110 кг/т каучука и расходе серной кислоты 15 кг/т каучука.

Вулканизаты, полученные на основе каучуков, выделенных в присутствии гидрохлорида триэтанолamina, по своим основным показателям соответствуют предъявляемым требованиям.

Триэтанолamin обладает антикоррозионной активностью. Применение его в технологическом процессе, где используется сильная серная кислота, позволит продлить срок службы технологического оборудования.

REFERENCES

- Aksenov V.I., Zolotarev V.L., Malygin A.V., Rakhmatullin A.I. Production of synthetic rubbers in the Russian Federation and over the past ten years. Brief summary. *Promyshl. Pr-vo Ispolz. Elastomerov*. 2015. N 1. P. 10-17 (in Russian).

2. **Васильева В.А.** Производство синтетических каучуков в Китае. *Каучук и резина*. 2010. № 2. С. 5-8.
3. **Пронько Д.** Производство синтетических полимеров в Беларуси. *Наука и инновации*. 2017. № 6(172). С. 27-30.
4. **Терещенко К.А., Зиганшина А.С., Захаров В.П., Улитин Н.В.** Моделирование физико-химической гидродинамики процесса получения бутадиенового каучука на основе каталитической системы $TiCl_4-AL(Z-C_4H_9)_3$, модифицированной в турбулентных потоках. *Химическая физика*. 2017. Т. 36. № 5. С.87-96. DOI: 10.1134/S1990793117030101.
5. **Харламова Е.В., Каюмова М.А., Туренко С.В., Волгина Т.Н., Тихомирова И.Н.** Влияние температуры на полимеризацию бутадиена в присутствии "неодимовой" каталитической системы, свойства полибутадиенов и резиновых смесей на их основе. *Вестн. науки Сибири*. 2014. № 2 (12). С. 1-5.
6. **Вагизов А.М., Хусайнова Г.Р., Ахметов И.Г., Галимов Р.Р., Сахабуддинов А.Г.** Новые синтетические каучуки ПАО "Нижнекамскнефтехим". *Каучук и резина*. 2016. № 1. С. 4-9.
7. **Гусев, Ю.К., Папков, В.Н.** Каучуки эмульсионной полимеризации. Состояние производства в Российской Федерации и научно-исследовательские работы Воронежского Филиала ФГУП «НИИСК». *Каучук и резина*. 2009. № 2. С. 2-9
8. **Невский А.В., Sun L., Zhao H., Zhong H., Xia D.** Изучение механизма действия композиционных коагулянтов-флокулянтов. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2020. Т. 63. Вып. 1. С. 29-38. DOI: 10.6060/ivkkt.20206301.6013.
9. **Один А.П., Каменина Л.М., Бочкаров В.Д.** Сравнительная оценка эффективности органических флокулянтов для выделения эмульсионных бутадиен-стирольных каучуков. *Нефтепереработка и нефтехимия*. 2006. № 11. С. 34-40.
10. **Распопов И.В.** Совершенствование оборудования и технологии выделения бутадиен-(α -метил)стирольных каучуков из латексов. М.: ЦНИИТЭнефтехим. 1997. 68 с.
11. **Распопов И.В.** Усовершенствование аппаратного оформления и технологии выделения эмульсионных каучуков из латексов. *Пр-во и использ. эластомеров*. 1997. № 12. С. 2-6.
12. **Корнев А.Е., Буканов А.М., Швердяев О.Н.** Технология эластомерных материалов. М.: Истек. 2009. 504 с.
13. **Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В.** Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж.: ВГУИТ. 2015. 315 с.
14. **Никулина С.С., Никулина Н.С., Булатецкая Т.М., Вережников В.Н.** Особенности поведения органических солей аммония при выделении каучука из латекса. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2020. Т. 63. Вып. 3. С. 75-81. DOI: 10.6060/ivkkt.20206303.6088.
15. **Никулина Н.С., Вережников В.Н., Никулин С.С., Провоторова М.А., Пугачева И.Н.** Перспектива применения отхода свеклосахарного производства – мелассы в технологии выделения каучука из латекса. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2018. Т. 61. Вып. 11. С. 109-115. DOI: 10.6060/ivkkt.20186111.5757.
2. **Vasilyeva V.A.** Production of synthetic rubbers in China. *Kauchuk Rezina*. 2010. N 2. P. 5-8 (in Russian).
3. **Pronko D.** Production of synthetic polymers in Belarus. *Nauka Innovatsii*. 2017. N 6 (172). P. 27-30 (in Russian).
4. **Tereshchenko K.A., Ziganshina A.S., Zakharov V.P., Ulitin N.V.** Modeling the physicochemical hydrodynamics of the butadiene rubber production process based on the $TiCl_4-AL(Z-C_4H_9)_3$ catalytic system modified in turbulent flows. *Khim. Fizika*. 2017. V. 36. N 5. P.87-96 (in Russian). DOI: 10.1134/S1990793117030101.
5. **Kharlamova E.V., Kayumova M.A., Turenko S.V., Volgina T.N., Tikhomirova I.N.** Influence of temperature on polymerization of butadiene in the presence of "neodymium" catalytic system, properties of polybutadienes and rubber compounds based on them. *Vestn. Nauki Sibiri*. 2014. N 2 (12). P. 1-5 (in Russian).
6. **Vagizov A.M., Khusainova G.R., Akhmetov I.G., Galimov R.R., Sakhabutdinov A.G.** New synthetic rubbers of PJSC "Nizhnekamskneftekhim". *Kauchuk Rezina*. 2016. N 1. P. 4-9 (in Russian).
7. **Gusev Y.K., Papkov V.N.** Emulsion polymerized rubbers. The state of production in the Russian Federation and research work of the Voronezh Branch of FSUE "NIISK". *Kauchuk Rezina*. 2009. N 2. P.2-9 (in Russian).
8. **Nevsky A., Sun L., Zhao H., Zhong H., Xia D.** Study of the mechanism of action of composite coagulants-flocculants. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol. [ChemChemTech]*. 2020. V. 63. N 1. P. 29-38 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20206301.6013.
9. **Odin A.P., Kamenina L.M., Bochkarov V.D.** Comparative evaluation of the effectiveness of organic flocculants for the isolation of emulsion styrene-butadiene rubbers. *Neftepererabotka Neftekhim*. 2006. N 11. P. 34-40 (in Russian).
10. **Raspopov I.V.** Improvement of equipment and technology for extracting butadiene-(α -methyl) styrene rubbers from latexes. М.: CNIITЭneftekhim. 1997. 68 p. (in Russian).
11. **Raspopov I.V.** Improvement of hardware design and technology for the separation of emulsion rubbers from latexes. *Pr-vo Ispolz. Elastomerov*. 1997. N 12. P. 2-6 (in Russian).
12. **Kornev A.E., Bukanov A.M., Sheverdyayev O.N.** Elastomeric materials technology. М.: Istek. 2009. 504 p. (in Russian).
13. **Papkov V.N., Rivin E.M., Blinov E.V.** Styrene butadiene rubbers. Synthesis and properties. Voronezh.: VGUIT. 2015. 315 p. (in Russian).
14. **Nikulina N.S., Bulatetskaya T.M., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S.** Peculiarities of the behavior of organic ammonium salts in the extraction of rubber from latex. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol. [ChemChemTech]*. 2020. V. 63. N 3. P. 75-81 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20206303.6088.
15. **Nikulina N.S., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S., Provotorova M.A., Pugacheva I.N.** Perspective of use of sugar beet production waste-molasses in technology of rubber isolation from latex. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol. [ChemChemTech]*. 2018. V. 61. N 11. P. 109-115 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20186111.5757.

16. **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.
17. **Вережников В.Н., Никулин С.С.** Применение азотсодержащих соединений для выделения синтетических каучуков из латексов. *Хим. пром-ть сегодня*. 2004. № 11. С. 26-37.
18. **Фам К.Д., Навроцкий В.А., Гайдадин А.Н., Горковенко Д.А.** Коагуляция латекса натурального каучука поли-N,N'-диаллил-N,N'-диметиламмоний хлоридом. *Изв. Волгоград. гос. техн. ун-та*. 2017. № 3 (198). С. 70-74.
19. Химическая энциклопедия. М.: Большая Российская энциклопедия. 1998. Т. 5. 783 с.
20. **Ющенко Д.Ю., Жижина Е.Г., Пай З.П.** Способы получения триэтаноламина: обзор. *Катализ в пром-ти*. 2018. № 6. С. 33-39. DOI: 10.18412/1816-0387-2018-6-33-39.
21. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Издательский дом Академии Естествознания. 2011. 124 с.
16. **Averko-Antonovich L.A., Averko-Antonovich Yu.O., Davletbaeva I.M., Kirpichnikov P.A.** Chemistry and technology of synthetic rubber. M.: Khimiya KolosS. 2008. 357 p. (in Russian).
17. **Verezhnikov V.N., Nikulin S.S.** Application of nitrogen-containing compounds for the extraction of synthetic rubbers from latexes. *Khim. Prom.Segodnya*. 2004. N. 11. P. 26-37 (in Russian).
18. **Fam K.D., Navrotsky V.A., Gaidadin A.N., Gorkovenko D.A.** Coagulation of natural rubber latex with poly-N,N'-diallyl-N,N'-dimethylammonium chloride. *Izv. Volgograd. Gos. Tekhn. Un-ta*. 2017. N 3 (198). P. 70-74 (in Russian).
19. Chemical encyclopedia. M.: Bol'shaya Rossijskaya entsiklopediya. 1998. T. 5. 783 p. (in Russian).
20. **Yushchenko D.Y., Zhizhina E.G., Pai Z.P.** Methods for producing triethanolamine: an overview. *Kataliz Prom*. 2018. N 6. P. 33-39 (in Russian). DOI: 10.18412/1816-0387-2018-6-33-39.
21. Workshop on colloidal chemistry of latexes. M.: Izdatel'skiy dom Akademii Estestvoznaniya. 2011. 124 p. (in Russian).

*Поступила в редакцию 24.08.2020
Принята к опубликованию 18.01.2021*

*Received 24.08.2020
Accepted 18.01.2021*