

СНИЖЕНИЕ АГРЕГАТИВНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ ЭМУЛЬСИОННОГО БУТАДИЕН-СТИРОЛЬНОГО КАУЧУКА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРОМАТИЧЕСКИХ АМИНОВ

Н.С. Никулина, Л.А. Власова, В.Н. Вережников, В.А. Ревина, С.С. Никулин

Надежда Сергеевна Никулина*

Кафедра специальной подготовки, Воронежский институт повышения квалификации сотрудников ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, Российская Федерация, 394052

E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru*

Лариса Анатольевна Власова, Виктор Николаевич Вережников, Виталина Александровна Ревина, Сергей Саввович Никулин

Кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, проспект Революции, д. 19, Российская Федерация, 394036

E-mail: vllar65@yandex.ru, vvn@chem.vsu.ru, revinavitalina@mail.ru, nikulin.nikuli@yandex.ru

В представленной работе впервые проведен цикл исследований по использованию в технологии производства эмульсионных бутадиен-стирольных каучуков различных видов ароматических аминов для снижения агрегативной устойчивости латексных дисперсий: солянокислый анилин, сернокислый анилин, солянокислый N,N диметиланилин и метафенилендиамин гидрохлорид. Применение в технологии выделения каучука из латекса ароматических углеводов, содержащих аминные группы, позволяет получать эмульсионные каучуки при невысоких расходах коагулирующего агента. Установлено, что температурный режим процесса коагуляции латексной системы оказывает значительное влияние на расход применяемых ароматических аминов: наименьшее потребление отмечалось при использовании их для снижения агрегативной устойчивости латексных систем при температурах, не превышающих 20 °С. Расход подкисляющего агента во всех исследованиях выдерживался постоянным и не превышал 15 кг/т каучука. Невысокие количества коагулирующего агента создают хорошие предпосылки для реализации в промышленных масштабах замкнутого технологического цикла, снижения водопотребления цехами выделения каучука из латекса, что в конечном итоге повышает экологичность всего технологического процесса их производства. Снижение экологической нагрузки на природную среду обеспечивается еще и связыванием токсичной составляющей эмульсионной системы - лейкозола с аммонийными солями. Это значимо, так как лейкозол является биологически трудно разлагаемым продуктом. Проведенный на завершающем этапе исследований анализ каучуков, а также физико-механических характеристик вулканизатов, приготовленных на их основе, показал, что по основным свойствам резино-технические изделия из контрольного и экспериментальных образцов соответствуют нормативным требованиям ГОСТ и ТУ.

Ключевые слова: латекс, органические соли аммония, выделение каучука, коагулом, показатели

Для цитирования:

Никулина Н.С., Власова Л.А., Вережников В.Н., Ревина В.А., Никулин С.С. Снижение агрегативной устойчивости эмульсионного бутадиен-стирольного каучука с использованием ароматических аминов. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2022. Т. 65. Вып. 9. С. 74–80. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6558.

For citation:

Nikulina N.S., Vlasova L.A., Verezhnikov V.N., Revina V.A., Nikulin S.S. Reducing the aggregative stability of emulsion styrene butadiene rubber with the use of aromatic amines. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2022. V. 65. N 9. P. 74–80. DOI: 10.6060/ivkkt.20226509.6558.

REDUCING THE AGGREGATIVE STABILITY OF EMULSION STYRENE BUTADIENE RUBBER WITH THE USE OF AROMATIC AMINES

N.S. Nikulina, L.A. Vlasova, V.N. Verezhnikov, V.A. Revina, S.S. Nikulin

Nadezhda S. Nikulina*

Department of Special Training, Voronezh Institute of Advanced Training of Employees of the Ministry of Emergency Situations of Russia, Krasnoznamennaya st., 231, Voronezh, 394052, Russia

E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru*

Larisa A. Vlasova, Viktor N. Verezhnikov, Vitalina A. Revina, Sergey S. Nikulin

Department of Technology of Organic Compounds, Polymer Processing and Technosphere Safety, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution ave., 19, Voronezh, 394036, Russia

E-mail: vllar65@yandex.ru, vvn@chem.vsu.ru, revinavitalina@mail.ru, nikulin.nikuli@yandex.ru

In this paper, for the first time, a study was conducted on the use of various types of aromatic amines in the production of emulsion rubbers to reduce the aggregative stability of latex dispersions. The use of aromatic hydrocarbons containing amine groups in the technology of separation of rubber from latex makes it possible to obtain emulsion rubbers at low costs of the coagulating agent. It was found that the temperature regime of the coagulation process of the latex system has a significant effect on the consumption of aromatic amines used: the lowest consumption was noted when using them to reduce the aggregate stability of latex systems at temperatures not exceeding 20 °C. The consumption of the acidifying agent - 15 kg/t of rubber. Low amounts of coagulating agent create good prerequisites for the implementation of a closed technological cycle on an industrial scale, reducing water consumption by rubber extraction workshops from latex, which ultimately increases the environmental friendliness of the entire technological process of their production. The analysis of rubbers as well as the physical and mechanical characteristics of vulcanizates prepared on their basis, showed that the main properties of rubber-technical products, from control and experimental samples comply with the regulatory requirements of GOST and TU.

Key words: latex, organic ammonium salts, rubber isolation, coagulum, indicators

ВВЕДЕНИЕ

Спрос на эмульсионные бутадиен-стирольные каучуки постоянно нарастает во всем мире. Для увеличения конкурентоспособности производство синтетических полимеров непрерывно совершенствуется. Внедрение новых технологий и оборудования позволяет решить ряд экологических задач [1-3] и тем самым минимизировать экологические риски действующих предприятий, в том числе производящих каучуки методом эмульсионной полимеризации. Эмульсионные каучуки, как известно [4-7], обладают комплексом ценных технических свойств, обеспечивающих их разноплановое применение.

В производстве эмульсионных каучуков в последние годы широкое применение находят четвертичные соли аммония, позволяющие уменьшить содержание загрязняющих компонентов в водной фазе, сбрасываемой из производственных цехов, и тем самым сократить загрязнение окружающей среды [8]. Но и в настоящее время хлорид

натрия находит свое применение в некоторых технологических процессах производства данного вида каучуков [9, 10]. Поэтому поисковые исследования, направленные на снижение расхода солевого коагулянта или полного его исключения, имеют важное и актуальное значение [11-15]. Повышенное внимание отводится продуктам, обладающим многофункциональными свойствами, способным выполнять функцию не только коагулянта.

Интерес в этом плане представляют азотсодержащие органические амины - анилин и его производные. Так, например, фенилендиамины и дифениламин используют в качестве антиоксидантной добавки к каучуку [16]. Захватываемые крошкой каучука данные соединения будут повышать стойкость каучука к старению, выполнять функцию ингибитора коррозии технологического оборудования и др. [17, 18].

Ароматические амины применяются для химической модификации 1,2-полибутадиена, приводящей к повышению молекулярной массы полимера [19].

Важной особенностью соединений данного ряда является способность при совмещении их с сильными кислотами давать соли. Следует подчеркнуть, что анилин – простейший ароматический амин, является основанием. Однако его основность более слабая ($pK_a = 4,6$), чем у алифатических аминов (pK_a около 10). Основность ароматических аминов может быть повышена за счет введения алкильных заместителей в аминогруппу ($pK_a = 5,15$) или дополнительной аминогруппы в бензольное кольцо. Основность амина оказывает влияние на его количество, обеспечивающее максимальное снижение агрегативной устойчивости дисперсной системы.

Цель работы – оценка эффективности использования солей ароматических аминов разного химического строения в качестве коагулирующих агентов эмульсионного бутадиен-стирольного каучука, что позволит снизить себестоимость конечной продукции, загрязнение окружающей среды, повысить срок эксплуатации оборудования и расширить научные представления о влиянии ароматических аминов на снижение агрегативной устойчивости дисперсных систем.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Исследование процесса снижения агрегативной устойчивости бутадиен-стирольного каучукового латекса СКС-30 АРК осуществляли согласно методике, описанной в работе [20], с использованием в качестве коагулирующих веществ водных растворов следующих солей: натрия хлористого (концентрация 20%), солянокислого и сернокислого анилина, солянокислого, N,N-диметиланилина и мета-фенилендиамина с массовой долей 0,02 ед. После введения перечисленных выше солей в латекс бутадиен-стирольного каучука систему гомогенизировали ~ 3-4 мин, а затем при постоянном перемешивании вводили водный раствор, содержащий, подкисляющий агент (серную кислоту) из расчета 15 кг/т каучука.

Систему дополнительно перемешивали в течение ~ 3-5 мин. Образующуюся крошку каучука извлекали из водной фазы (серума), промывали водой и высушивали при температуре 80 – 85 °С.

Промышленный латекс СКС-30АРК имел следующие характеристики: водородный показатель – 9,6; поверхностное натяжение $\sigma = 57,4$ мН/м; содержание сухого остатка 21,2 % мас.; содержание связанного стирола 22,6 % мас.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты, полученные в ходе экспериментальных работ, подтвердили предположение о том, что расход вышеуказанных солей значительно

ниже, чем расход хлористого натрия (табл. 1-3). Температурный режим процесса выделения каучука из латекса в случае применения хлорида натрия не оказывает существенного влияния на его расход.

Применение в качестве коагулирующих агентов солей ароматических аминов показало, что полнота выделения каучука из латекса зависит не только от расхода солевого компонента, но и от температурного режима (табл. 1-3).

Таблица 1

Технологические параметры процесса коагуляции латекса СКС-30 АРК различными солями ароматических аминов при температуре 1-2 °С
Table 1. Technological parameters of the process of coagulation of latex SKS-30 ARK with various salts of aromatic amines at a temperature of 1-2 °С

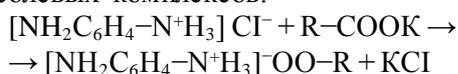
Вид коагулянта	Параметр		
	Расход коагулянта, кг/т каучука	Выход крошки каучука, %	Оценка полноты выделения каучука
Хлористый натрий	10	33,1	кнп
	40	59,7	кнп
	70	81,9	кнп
	120	89,3	кнп
	140	96,7	кп
Анилин гидрохлорид	1,0	86,3	кнп
	3,0	89,3	кнп
	5,0	96,1	кп*
	10,0	96,5	кп*
	15,0	97,3	кп
Анилин сернокислый	1,0	86,0	кнп
	3,0	88,6	кнп
	5,0	95,7	кп*
	10,0	96,2	кп
	15,0	97,0	кп
мета-фенилендиамин гидрохлорид	1,0	86,6	кнп
	3,0	89,5	кнп
	5,0	94,7	кп*
	10,0	98,5	кп
	15,0	98,7	кп
N,N диметиланилин гидрохлорид	1,0	89,2	кнп
	3,0	90,1	кнп
	5,0	97,7	кп
	10,0	98,1	кп
	15,0	98,5	кп

Примечание: кп – коагуляция полная; кнп – коагуляция неполная; *- дозревание коагулируемой системы 5-10 мин

Note: coagulation temperature - 1-2 °С; cp - complete coagulation; knp - incomplete coagulation; *- maturation of the coagulated systems is 5-10 min

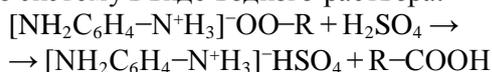
Процесс коагуляции синтетического бутадиен-стирольного латекса с применением солей

ароматических аминов (на примере мета-фенилендиамина) будет протекать по нейтрализационному механизму с образованием слабо диссоциирующих ионно-солевых комплексов:



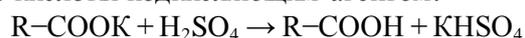
Выделяющийся хлорид калия будет оказывать положительное влияние на данный процесс за счет концентрационного механизма коагуляции.

Образующийся комплекс будет захватываться выделившейся крошкой каучука и разлагаться серной кислотой при ее введении в коагулируемую систему в виде водного раствора:



Возникающая при этом сернокислая соль анилина будет переходить в водную фазу, а образующаяся высшая карбоновая кислота будет «захватываться» крошкой каучука.

Мыла на основе высших карбоновых кислот, оставшиеся в водной фазе, а также «захваченные» крошкой каучука, будут переводиться в карбоновые кислоты подкисляющим агентом:



Аналогичные процессы будут протекать при использовании для выделения каучука из латекса сульфата анилина, анилина гидрохлорида и N,N-диметиланилина.

Наилучший температурный режим выделения каучука из латекса составляет 1-2 °С, что существенно ниже, чем в случае коагуляции хлоридом натрия. Это может быть связано с подавлением процесса гидролиза ароматических солей анилина при пониженных температурах, что должно способствовать образованию ионно-солевого комплекса.

Анализом водной фазы (серума) установлено, что сухой остаток серума, характеризующий присутствие в нем солей и других компонентов эмульсионной системы, при использовании для выделения каучука из латекса солей ароматических аминов (1,2-1,7%) ниже, чем при коагуляции хлоридом натрия (3,2-5,4%). При этом содержание лейканола в серуме снижается с 250 мг/дм³ (коагулянт хлорид натрия) до 10-17 мг/дм³ (коагулянты соли ароматических аминов). В водной фазе присутствуют соли ароматических аминов (сульфаты), что позволяет с целью создания замкнутого технологического цикла повторно использовать ее для приготовления водных растворов серной кислоты и коагулирующих агентов.

На основе каучуков, выделенных из латекса с использованием солей ароматических аминов, были изготовлены резиновые смеси и вулканизаты по стандартной рецептуре на типовом оборудовании (ГОСТ Р 54554-2011).

Таблица 2

Технологические параметры процесса коагуляции латекса SKS-30 APK различными солями ароматических аминов при температуре 20 °С
Table 2. Technological parameters of the process of coagulation of latex SKS-30 ARC with various salts of aromatic amines at a temperature of 20 °С

Вид коагулянта	Параметр		
	Расход коагулянта, кг/т каучука	Выход крошки каучука, %	Оценка полноты выделения каучука
Хлористый натрий	10	34,5	кнп
	40	63,7	кнп
	70	80,5	кнп
	120	90,5	кнп
	150	97,1	кп
Анилин гидрохлорид	1,0	55,5	кнп
	3,0	81,2	кнп
	5,0	86,2	кнп
	10,0	95,7	кп
	15,0	96,1	кп
Анилин сернокислый	1,0	54,3	кнп
	3,0	76,4	кнп
	5,0	81,8	кнп
	10,0	90,9	кнп
	15,0	93,6	кп
мета- мета-фенилендиамин гидрохлорид	1,0	56,2	кнп
	3,0	79,1	кнп
	5,0	85,9	кнп
	10,0	95,9	кп*
	15,0	97,0	кп
N,N диметиланилин гидрохлорид	1,0	70,5	кнп
	3,0	83,7	кнп
	5,0	89,1	кнп
	10,0	97,3	кп
	15,0	98,0	кп

Примечание: кп – коагуляция полная; кнп – коагуляция неполная; *- дозревание коагулируемой системы 5-10 мин

Note: coagulation temperature - 20 °С; кп - complete coagulation; кнп - incomplete coagulation; *- maturation of the coagulated systems is 5-10 min

Проанализировав полученные результаты, можно сделать вывод о том, что радикальных отличий в свойствах полученных каучуков и вулканизатов при использовании различных коагулирующих

щих агентов не наблюдается. Можно лишь отметить незначительное повышение устойчивости к тепловому старению вулканизатов, приготовленных на основе экспериментальных образцов [21] (0,59/0,38 против 0,62-0,72/0,49-0,58). Это свидетельствует о том, что анилин и его производные, «захватываемые» крошкой каучука в процессе коагуляции, выполняют функцию антиоксиданта.

Таблица 3

Технологические параметры процесса коагуляции латекса SKS-30 ARK различными солями ароматических аминов при температуре 60 °С
Table 3. Technological parameters of the process of coagulation of latex SKS-30 ARK with various salts of aromatic amines at a temperature of 60 °С

Вид коагулянта	Параметр		
	Расход коагулянта, кг/т каучука	Выход крошки каучука, %	Оценка полноты выделения каучука
Хлористый натрий	10	32,9	кнп
	40	62,4	кнп
	70	83,2	кнп
	120	91,8	кнп
	150	94,2	кп
Анилин гидрохлорид	5,0	33,5	кнп
	10,0	43,2	кнп
	20,0	68,2	кнп
	30,0	85,5	кнп
	40,0	93,8	кп
Анилин серноокислый	5,0	58,7	кнп
	10,0	77,2	кнп
	20,0	84,1	кнп
	30,0	87,3	кнп
	40,0	98,2	кп
мета- мета-фениленди-амингидрохлорид	5,0	46,9	кнп
	10,0	60,0	кнп
	15,0	95,4	кп*
	20,0	97,3	кп
	25,0	97,7	кп
N,N диметиланилин гидрохлорид	5,0	61,3	кнп
	10,0	81,4	кнп
	20,0	86,4	кнп
	30,0	94,3	кп*
	40,0	96,5	кп

Примечание: температура коагуляции - 60 °С; кп – коагуляция полная; кнп – коагуляция неполная; * - дозревание коагулируемой системы 5-10 мин

Note: coagulation temperature - 60 °С; кп - complete coagulation; кнп - incomplete coagulation; * - maturation of the coagulated systems is 5-10 min

Учитывая стоимость коагулянтов, можно рекомендовать для применения в технологии выделения каучуков из латексов самый дешевый и доступный анилин гидрохлорид.

Таблица 4

Свойства каучуков и вулканизатов на основе образцов каучука SKS-30 ARK, полученных с использованием в качестве коагулянтов ароматических аминов разного химического строения
Table 4. Properties of rubbers and vulcanizates based on SKS-30 ARK rubber samples obtained using aromatic amines of different chemical structures as coagulants

Показатели	Нормы по ТУ 38.40355-99	Коагулянт				
		1	2	3	4	5
Вязкость по Муни каучука МБ 1+4 (100 °С)	53±5	52	49	50	53	55
Массовая доля летучих веществ, %	не более 0,8	0,21	0,18	0,17	0,19	0,16
Массовая доля золы, %	не более 0,5	0,16	0,13	0,11	0,12	0,18
Массовая доля связанного стирола, %	23,5±1	22,7	22,7	22,7	22,7	22,7
Условное напряжение при 300% удлинении, МПа	не менее 13,0	13,2	13,5	13,1	13,3	13,5
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 22,5	24,6	25,5	24,3	25,7	24,9
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 420	535	520	530	550	540
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	-	15	15	13	14	12
Коэффициент старения: по прочности по отношению к удлинению	-	0,72 0,53	0,70 0,51	0,73 0,56	0,75 0,58	0,62 0,49

Примечание: коагулянты : 1 – анилин гидрохлорид; 2 – анилин серноокислый; 3 – N,N-диметиланилин гидрохлорид; 4 – мета-фенилендиамин; 5 – хлорид натрия

Note: coagulants : 1 - aniline hydrochloride; 2 - aniline sulfate; 3 - N,N-dimethylaniline hydrochloride; 4 - meta-phenylenediamine; 5 - sodium chloride

ВЫВОДЫ

Применение в технологии выделения эмульсионного бутадиен-стирольного каучука из латекса солей ароматических аминов позволяет снизить расход коагулянтов при высокой эффективности процесса. Полнота коагуляции каучука при использовании солей ароматических аминов достигается при их расходе 10-15 кг, в то время как расход хлорида натрия в этом случае составляет 150 кг/т каучука. Установлено, что процесс коагуляции целесообразно проводить в интервале температур 0-20 °С.

Самым перспективным коагулянтом является отечественный анилин гидрохлорид, который выпускается в промышленных масштабах.

Применение данных коагулянтов позволяет проводить выделение каучука без изменений действующих технологий и не требует привлечения дополнительных финансовых вложений на ввод в эксплуатацию нового оборудования.

Резины, приготовленные из каучука марки СКС-30 АРК, выделенного с применением солей ароматических аминов, соответствуют предъявляемым требованиям ГОСТ и ТУ.

Снижение содержания лейканола в сточных водах способствует увеличению экологической безопасности производства эмульсионных каучуков.

Использование водной фазы (серума) для приготовления растворов коагулянтов и подкисляющего агента позволяет снизить водопотребление цехами выделения каучуков из латекса.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, требующего раскрытия в данной статье.

The authors declare the absence a conflict of interest warranting disclosure in this article.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кербер М.Л., Виноградов В.М., Головкин В.С. Полимерные композиционные материалы: структура, свойства, технология. СПб.: Профессия. 2018. 640 с.
2. Рудольф Н., Кизель Р., Аумнате Ш. Рециклинг пластмасс. Экономика, экология и технологии переработки пластмассовых отходов. СПб.: Профессия. 2018. 176 с.
3. Узденский В.Б. Модификация полимерных материалов. Практическое руководство для технолога. СПб.: Профессия. 2020. 200 с.
4. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности. Казань: КГТУ 2010. Т. 1. 506 с.
5. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности. Казань: КГТУ 2010. Т. 2. 488 с.
6. Кулезнев В.Н., Шершнева В.А. Химия и физика полимеров. М.: КолосС. 2007. 367 с.
7. Пугачева И., Никулин С. Композиционные материалы на основе эмульсионных каучуков. Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publ. 2017. 219 с.
8. Никулина Н.С., Власова Л.А., Вережников В.Н., Никулин С.С. Применение солей ароматических аминов в качестве коагулянтов в производстве эмульсионных каучуков. Матер. Всеросс. этапа IX Междунар. конф. - конкурса «Инновации в области химии и технологии высокомолекулярных соединений». Воронеж: Изд. дом ВГУ. 2021. С. 60-62.
9. 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.
10. Насыров И.Ш., Фаизова В.Ю., Капанова В.А., Никулина Н.С., Никулин С.С. Применение в производстве эмульсионных каучуков комбинированного коагулянта хлорид натрия – катионный электролит. *Промышл. пр-во и использ. эластомеров*. 2020. № 1. С. 14-19.

REFERENCES

1. Kerber M.L., Vinogradov V.M., Golovkin V.S. Polymer composite materials: structure, properties, technology. SPb.: Professiya. 2018. 640 p. (in Russian).
2. Rudolf N., Kiesel R., Aumate S. Recycling of plastics. Economics, ecology and technologies of plastic waste processing. SPb.: Professiya. 2018. 176 p. (in Russian).
3. Uzdensky V.B. Modification of polymer materials. A practical guide for a technologist. SPb.: Professiya. 2020. 200 p. (in Russian).
4. Grishin B.S. Materials of the rubber industry. Kazan: KSTU. 2010. V. 1. 506 p. (in Russian).
5. Grishin B.S. Materials of the rubber industry. Kazan: KSTU. 2010. V. 2. 488 p. (in Russian).
6. Kuleznev V.N., Shershnev V.A. Chemistry and physics of polymers. M.: KolosS. 2007. 367 p. (in Russian).
7. Pugacheva I.N., Nikulin S.S. Composite materials based on emulsion rubbers. Deutschland: LAP LAMBERT Academic Publ. 2017. 219 p.
8. Nikulina N.S., Vlasova L.A., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S. Application of salts of aromatic amines as coagulants in production of emulsion rubbers. Mater. of All-Russ. stage of IX Internat. conf.-consult "Innovations in chemistry and technology of high-molecular compounds". Voronezh: Izd. dom. Voronezh. Gos. Univ. 2021. P. 60-62 (in Russian).
9. Averkko-Antonovich L.A., Averkko-Antonovich Yu.O., Davletbaeva I.M., Kirpichnikov P.A. Chemistry and technology of synthetic rubber. M.: Khimiya, Koloss. 2008. 357 p. (in Russian).
10. Nasyrov I.S., Faizova V.Yu., Kapanova V.A., Nikulina N.S., Nikulin S.S. Application of the combined coagulant sodium chloride – cationic electrolyte in the production of emulsion rubbers. *Promyshl. Pr-vo Ispolz. Elastomerov*. 2020. N 1. P. 14-19 (in Russian).
11. Koshevar V.D., Kazhuro I.P. Colloidal chemical properties of latexes and their application. Minsk: Belorusskaya navuka. 2019. 272 p. (in Russian).

11. Кошевар В.Д., Кажуро И.П. Коллоидно-химические свойства латексов и их применение. Минск: Беларуская навука. 2019. 272 с.
12. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж: ВГУИТ. 2015. 315 с.
13. Никулин С.С., Вережников В.Н. Применение азотсодержащих соединений для выделения синтетических каучуков из латексов. *Хим. пром-сть сегодня*. 2004. №4. С. 26–37.
14. Никулина Н.С., Булагецкая Т.М., Вережников В.Н., Никулин С.С. 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.
16. Горбунов Б.Н., Гурвич Я.А., Маслова И.П. Химия и технология стабилизаторов полимерных материалов. М.: Химия. 1981. 368 с.
17. Николаев Ю.Т., Якубсон А.М. Анилин. М.: Химия. 1984. 152 с.
18. Травен В.Ф. Органическая химия. М.: БИНОМ. 2014. 550 с.
19. Каюмова М.А., Кук Н.Н., Муслухов Р.Р., Забористов В.Н., Будтов В.П., Абдулин М.И. Ариламинопериодические синдиотического 1,2 полибутадиена. *Высокомолек. соед. Сер. Б*. 2008. Т. 50. № 8. С. 1546-1552. DOI: 10.1134/S1560090408070087.
20. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Изд. дом Акад. Естествозн. 2011. 124 с.
21. Никулина Н.С., Пугачева И.Н., Мисин В.М., Санникова Н.Ю., Вережников В.Н., Никулин С.С. Перспектива применения в производстве синтетических каучуков триэтанолamina. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2021. Т. 64. Вып. 6. С. 62-68. DOI: 10.6060/ivkkt.20216406.6356.
12. Papkov V.N., Rivin E.M., Blinov E.V. Styrene-butadiene rubbers. Synthesis and properties. Voronezh: VGUIT. 2015. 315 p. (in Russian).
13. Nikulin S.S., Verezhnikov V.N. The use of nitrogen-containing compounds for the isolation of synthetic rubbers from latex. *Khim. Prom. Segodnya*. 2004. N 4. P. 26-37 (in Russian).
14. Nikulina N.S., Bulatetskaya T.M., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S. Features of the behavior of organic ammonium salts in the isolation of rubber from latex. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 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. The prospect of using sugar beet production waste - molasses in the technology of rubber extraction from latex. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2018. V. 61. N 11. P. 109-115 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20186111.5757.
16. Gorbunov B.N., Gurvich Ya.A., Maslova I.P. Chemistry and technology of stabilizers of polymer materials. M.: Khimiya. 1981. 368 p. (in Russian).
17. Nikolaev Yu.T., Yakubson A.M. Anilin. M.: Khimiya. 1984. 152 p. (in Russian).
18. Traven V.F. Organic chemistry. M.: BINOM. 2014. 550 p. (in Russian).
19. Kayumova M.A., Kruk N.N., Muslukhov R.R., Zaboristov V.N., Budtov V.P., Abdullin M.I. Arylamine derivatives of syndiotactic 1,2 polybutadiene. *Vysokomolek. Soed. Ser. B*. 2008. V. 50. N 8. P. 1546-1552 (in Russian). DOI: 10.1134/S1560090408070087.
20. Poyarkova T.N., Nikulin S.S., Pugacheva I.N., Kudrina G.V., Filimonova O.N. Workshop on colloidal chemistry of latexes. M.: Izd. dom Acad. estestvozn. 2011. 124 p. (in Russian).
21. Nikulina N.S., Pugacheva I.N., Misin V.M., Sannikova N.Yu., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S. The prospect of using triethanolamine in the production of synthetic rubbers. *ChemChemTech [Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.]*. 2021. V. 64. N 6. P. 62-68 (in Russian). DOI: 10.6060/ivkkt.20216406.6356.

Поступила в редакцию 30.11.2021
Принята к опубликованию 15.06.2022

Received 30.11.2021
Accepted 15.06.2022