

ПЕРСПЕКТИВА ПРИМЕНЕНИЯ ОТХОДА СВЕКЛОСАХАРНОГО ПРОИЗВОДСТВА – МЕЛАССЫ В ТЕХНОЛОГИИ ВЫДЕЛЕНИЯ КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА

Н.С. Никулина, В.Н. Вережников, С.С. Никулин, М.А. Провоторова, И.Н. Пугачева

Надежда Сергеевна Никулина

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов, Воронежский институт ГПС МЧС России,
ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, Российская Федерация, 394052

E-mail: nikulina2013@yandex.ru

Виктор Николаевич Вережников

Кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидов, Воронежский государственный университет,
Университетская пл., 1, Воронеж, Российская Федерация, 394000

E-mail: vvn@chem.vsu.ru

Сергей Саввович Никулин

Кафедра технологии органического синтеза и высокомолекулярных соединений, Воронежский
государственный университет инженерных технологий, просп. Революции, 19, Российская Федерация,
394036

E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru

Мария Александровна Провоторова

Учебно-методический центр «Институт практической экологии», Воронежский государственный
университет инженерных технологий, просп. Революции, 19, Российская Федерация, 394036

E-mail: provotorova-ma@yandex.ru

Инна Николаевна Пугачева *

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

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

В настоящее время большое внимание уделяется совершенствованию производства синтетических каучуков. Внедрение новых технологий, позволяющих повысить производительность процесса, более полно и рационально использовать ценное углеводородное сырье, снизить загрязнение окружающей среды и повысить качество получаемой продукции – важная и актуальная задача. Не менее важным при этом является подбор новых коагулирующих агентов, используемых в технологии выделения каучука из латекса. Основными требованиями, предъявляемыми к коагулирующим агентам, используемым в технологии выделения каучука из латекса, являются – доступность, невысокая стоимость, не токсичность, легкость очистки от них сточных вод, поступающих на очистные сооружения. В работе исследована возможность применения в технологии получения бутадиен-стирольного каучука СКС-30 АРК отхода свеклосахарного производства – мелассы свекловичной обедненной. Показана особенность поведения мелассы, как коагулирующего агента, при выделении каучука из латекса. Установлено, что расход мелассы при выделении бутадиен-стирольного каучука из латекса тесно связан с расходом подкисляющего агента – серной кислоты. Чем больше расход мелассы, вводимой на коагуляцию, тем выше и расход серной кислоты для поддержания рН среды на требуемом уровне. Температура процесса не оказывала существенного влияния на полноту выделения каучука из латекса. Выделяемую крошку каучука отделяли от водной фазы (серума), промывали теплой умягченной водой и сушили. На основе полученного каучука готовили резиновые смеси с использованием стандартных компонентов и вулканизовали. Резины, полученные на основе каучука СКС-30 АРК, по своим показателям отвечают предъявляемым требованиям.

Ключевые слова: отход, меласса, коагуляция, крошка каучука, сушка, показатели

PERSPECTIVE OF USE OF SUGAR BEET PRODUCTION WASTE - MOLASSES IN TECHNOLOGY OF RUBBER ISOLATION FROM LATEX

N.S. Nikulina, V.N. Verezhnikov, S.S. Nikulin, M.A. Provotorova, I.N. Pugacheva

Nadezhda S. Nikulina

Department of Fire Safety of Technological Processes, Voronezh State Institute of Fire Service, Krasnoznamennaya st., 231, Voronezh, 394052, Russia
E-mail: nikulina2013@yandex.ru

Victor N. Verezhnikov

Department of High-Molecular Compounds and Colloids, Voronezh State University, Universitetskaya sqr., 1, Voronezh, 394000, Russia
E-mail: vvn@chem.vsu.ru

Sergey S. Nikulin

Department of Technology of Organic Synthesis and High-Molecular Compounds, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution ave., 19, Voronezh, 394036, Russia
E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru

Marya A. Provotorova

Educational and Methodological Center "Institute of Practical Ecology", Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution ave., 19, Voronezh, 394036, Russia
E-mail: provotorova-ma@yandex.ru

Inna N. Pugacheva*

Department of Ecology and Chemical Technology, Voronezh State University of Engineering Technology, Revolution ave., 19, Voronezh, 394036, Russia
E-mail: eco-inna@yandex.ru*

At present, much attention is paid to improving the production of synthetic rubbers. The introduction of new technologies to increase the productivity of the process, more fully and rationally use valuable hydrocarbon raw materials, reduce environmental pollution and improve the quality of the products is an important and urgent task. Equally important in this case is the selection of new coagulating agents used in the technology of rubber release from latex. The main requirements for coagulating agents used in the technology of rubber release from latex are: availability, low cost, non-toxicity, ease of cleaning of sewage coming to treatment facilities from them. The possibility of application of the beet-sugar production waste - molasses for beet-lean depletion - in the technology of producing butadiene-styrene rubber SKS-30 ARC has been studied. A feature of the behavior of molasses, as a coagulating agent, is shown when isolating rubber from latex. It has been established that the consumption of molasses in the isolation of butadiene-styrene rubber from latex is closely related to the consumption of acidifying agent - sulfuric acid. The higher the molasses input for coagulation, the higher the consumption of sulfuric acid to maintain the pH of the medium at the required level. The temperature of the process did not have a significant effect on the completeness of the release of rubber from latex. The extracted crumb of rubber was separated from the aqueous phase (sulfur), washed with warm softened water and dried. On the basis of the rubber obtained, rubber mixtures were prepared using standard components and vulcanized. Rubbers obtained on the basis of rubber SKS-30 ARC, in their indicators meet the requirements.

Key words: waste, molasses, coagulation, crumb rubber, drying, indicators

Для цитирования:

Никulina 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

For citation:

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.* 2018. V. 61. N 11. P. 109–115

ВВЕДЕНИЕ

Синтетические каучуки являются одними из самых распространенных полимеров и находят широкое применение в производстве шинной и резинотехнической продукции, композиционных составах и др. [1-5].

Повышенный спрос на продукцию с использованием синтетических каучуков требует постоянного совершенствования их производства и ставит перед производителями ряд новых проблем, основными из которых являются повышенные требования к качеству получаемых полимеров при одновременном снижении себестоимости и экологической напряженности производств [6]. Одним из эффективных решений, позволяющих производству синтетических каучуков отвечать предъявляемым требованиям, является поиск и применение новых коагулирующих агентов, обладающих малой устойчивостью к биоокислению и способных как химически связывать компоненты эмульсионной системы, так и практически полностью удалять их из сточных вод, поступающих на очистные сооружения [7].

Применение для выделения каучуков из латексов низко- (ЧСА) и высокомолекулярных четвертичных солей аммония (ПЧСА) позволяет исключить применение минеральных солей и снизить загрязнение окружающей среды [8-10]. ПЧСА обладают высокой коагулирующей способностью и невысоким расходом при выделении каучука из латекса (3-5 кг/т каучука) [8]. Однако дефицитность и высокая стоимость данных продуктов приводят к удорожанию получаемого каучука. Кроме того, ПЧСА обладают высокой антисептической активностью, что требует выдерживания точных их расходных норм, исключающих возможность проскока и попадания ПЧСА на очистные сооружения [11]. Попадание ПЧСА на очистные сооружения может привести к дестабилизации их работы и сбросу в природные водоемы загрязненных (недостаточно очищенных) вод.

Поэтому поиск новых коагулирующих агентов весьма актуален [12,13]. Ежегодно на различных предприятиях во всем мире образуется колоссальное количество отходов, многие из которых и до настоящего времени не находят своего применения. В результате этого не только теряется ценное углеводородное сырье, но и значительно возрастает нагрузка на окружающую среду. Это связано с тем, что природные ресурсы в настоящее время значительно исчерпаны. Поиск новых источников по их добыче и переработке сопряжен с большими транспортными, энергетическими, экономическими затратами.

На предприятиях свеклосахарного производства образуются отходы – меласса [14]. Меласса свекловичная обедненная – негорючий, невзрывоопасный, нетоксичный продукт. По степени воздействия на организм человека меласса свекловичная обедненная в соответствии с ГОСТ 12.1.007 относится к неопасным веществам – четвертому классу опасности. Важно при этом отметить, что на данный отход имеется ТУ (9112-002-01503401-2011) и, следовательно, его состав достаточно стабилен. Меласса свекловичная обедненная содержит, %: сухих веществ не менее 68; массовая доля сахара по прямой поляризации не менее 12; массовая доля редуцирующих веществ не более 1; массовая доля сбраживаемых сахаров не менее 12; массовая доля солей кальция в пересчете на CaO 1,5; pH 12. В составе мелассы присутствуют азотсодержащие органические соединения и, в частности, бетаины, которые, по видимому, и определяют коагулирующую способность мелассы вследствие наличия в молекулярной структуре фрагмента $-N^+\equiv$, способного реагировать с анионом эмульгатора. На основе проведенного анализа состава и свойств мелассы можно сделать вывод о том, что она соответствует основным признакам коагулянтов и может служить экологичным коагулирующим агентом при выделении каучуков из латекса, а её применение – одно из новых направлений утилизации отхода пищевого производства. При использовании в качестве коагулирующего агента мелассы необходимо обратить внимание на тот факт, что бетаины образуют внутрисолевые формы, так как содержат в молекулах две противоположно заряженные группы. Положительный заряд обеспечивается аммониевой группой, а отрицательный заряд – карбоксилатной группой – $(CH_3)_3N^+CH_2COO^-$, т.е. наличие наличие двухполюсного или биполярного иона. При нагревании бетаин либо изомеризуется в эфиры диалкиламинокислот, либо претерпевает перегруппировку типа Гофмановской [15].

Интерес к использованию отхода свеклосахарного производства в технологии изготовления эмульсионных каучуков базируется также и на положительных результатах, полученных при его использовании в рецептуре резиновых смесей [16].

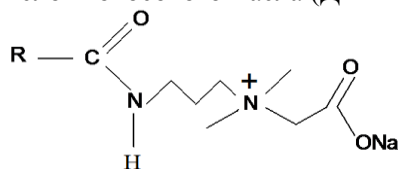
Цель данного исследования – изучение возможности применения отхода свеклосахарного производства – мелассы обедненной в качестве коагулирующего агента для выделения каучука из латекса СКС-30 АРК. При этом в задачу исследования входило также сопоставление коагулирующей способности мелассы и одного из продуктов класса бетаинов, которые предположительно составляют активное действующее начало мелассы

как коагулянта. Выявлялась также возможность снижения расхода коагулянта за счет предкоагуляционной механической обработки латекса. Определялись свойства резиновых смесей и вулканизатов, полученных на основе каучука, выделенного с помощью мелассы.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

При изучении процесса коагуляции использовали промышленный каучуковый бутадиен-стирольный латекс СКС-30 АРК (ТУ 38.40355-99), имеющий следующие характеристики: сухой остаток – 20,5 %; поверхностное натяжение – 64,2 мН/м; радиус латексных частиц – 39 нм.

В качестве представителя класса бетаинов использовали продукт, представляющий собой смесь диметиламинопропилкарбоксиветаинов жирных кислот кокосового масла (ДМАПКБ):



Для выделения бутадиен-стирольного каучука из латекса СКС-30 АРК исходный раствор мелассы разбавляли водой до концентрации 13-20 %, а сам процесс проводили по методике, описанной в работе [17].

РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Установлено закономерное повышение выхода крошки каучука с увеличением дозировки мелассы, и при этом отмечен ряд интересных закономерностей (рис. 1).

Так, при постоянном расходе серной кислоты 13-15 кг/т каучука полноту коагуляции латекса не достигали даже при расходе мелассы более 200 кг/т каучука. Кривые зависимости выхода крошки каучука от расхода мелассы во всех случаях проходят через максимум. Максимальный выход полимера (50-55 %) отмечали при расходе мелассы 50-70 кг/т каучука. Наилучшие результаты достигали при температуре, не превышающей 20 °С. Обращает на себя внимание и снижение кислотности коагулируемой системы. Величина pH повышалась с увеличением удельного расхода мелассы с 2,5-3,0 (при расходе мелассы 20 кг/т каучука) до 5,0-5,5 (при расходе мелассы 150-200 кг/т каучука). Отмеченный максимум на кривых коагуляции соответствует хорошо известной закономерности [12], связанной с перезарядкой частиц за счет образования ионно-солевого комплекса в результате взаимодействия между анионным ПАВ-эмульгатором и органическим катионом коагу-

лянта. При этом высвобождается слабая карбоксильная группа, что и вызывает некоторое смещение кислотно-основного равновесия в сторону снижения кислотности среды. Кроме того, исходный раствор коагулирующего агента, по видимому, содержит, компоненты щелочного характера, что при повышенных дозировках мелассы вызывает повышение pH среды.

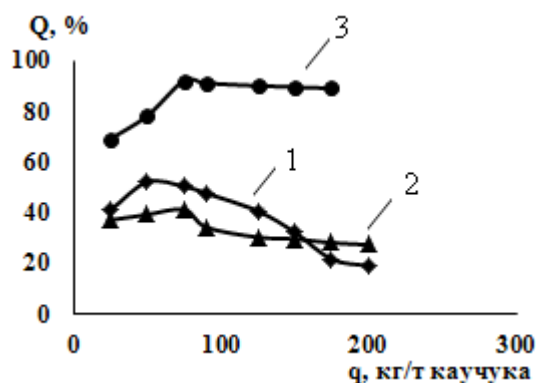


Рисунок. Влияние расхода коагулирующего агента (q) на полноту выделения каучука из латекса (Q) при постоянном расходе серной кислоты 15 кг/т каучука Коагулянт меласса, температура коагуляции, °С: 1 - 20; 2 - 60. Коагулянт ДМАПКБ, температура коагуляции, °С: 3 - 20
 Figure. The influence of the consumption of the coagulating agent (q, kg/t of rubber) on the completeness of the release of rubber from latex (Q,%) with a constant consumption of sulfuric acid of 15 kg/t of rubber. Coagulant molasses, coagulation temperature, °С: 1 - 20; 2 - 60. Coagulant DMAPKB, temperature of coagulation, °С: 3 - 20

На основе полученных данных для мелассы и ДМАПКБ можно заключить, что 1) коагулирующее действие мелассы действительно связано с наличием в ее составе бетаинов; 2) эффективность коагулирующего действия ДМАПКБ выше, чем мелассы. Это обусловлено ее составом. Для поддержания кислой среды коагуляции (2,5-3,0) необходимо увеличивать расход серной кислоты. Таким образом, на процесс выделения каучука из латекса оказывают влияние как расходы мелассы, так и серной кислоты. Чем больше расход мелассы, тем выше должен быть расход серной кислоты для поддержания требуемого pH.

Эксперимент показал, что для поддержания заданной кислой среды коагуляции расход серной кислоты необходимо увеличивать с 15 до 40 кг/т каучука. Это позволяет достичь практически полного выделения каучука из латекса при расходе мелассы 120-150 кг/т каучука (табл. 1).

Данный расход соизмерим с расходом традиционного коагулянта хлорида натрия. При этом важно отметить, что повышение температуры процесса с 20 до 60 °С не оказывает существенного влияния на полноту выделения каучука из ла-

текса. Предпочтение следует отдать низким температурам, т.к. при этом можно ожидать снижения растворимости и вымываемости из крошки каучука коагулирующего агента, а также продуктов его взаимодействия с компонентами эмульсионной системы.

При невысоких температурах отмечается образование более плотного коагулюма, что приводит к захвату им компонентов эмульсионной системы и увеличению его массы, в то время как повышение температуры напротив, способствует увеличению «рыхлости» образуемой крошки каучука.

Таблица 1

Влияние расхода мелассы обедненной и температуры на полноту выделения бутадиен-стирольного каучука SKS-30 АРК из латекса

Table 1. Influence of molasses depleted and temperature on the completeness of isolation of styrene-butadiene rubber SKS-30 ARK from latex

Расход мелассы, кг/т каучука	20	50	70	90	120	150	185	200
Температура коагуляции, °С	20	20	20	20	20	20	20	20
Расход серной кислоты, кг/т каучука	15,0	16,7	18,0	19,0	21,4	26,2	33,3	38,0
рН серума	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Выход каучука, %	41,5	57,5	63,4	78,6	88,9	92,8	93,0	92,2
Температура коагуляции, °С	60	60	60	60	60	60	60	60
Расход серной кислоты, кг/т каучука	15,0	18,0	21,4	23,8	27,4	33,3	38,0	40,0
рН серума	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Выход каучука, %	35,7	51,6	60,1	74,4	87,0	91,5	92,0	92,3

Таким образом, в реальных технологических условиях необходимо учитывать комплексное воздействие температуры и расходов как мелассы, так и серной кислоты на полноту выделения и свойства получаемого каучука.

Ранее было найдено, что обработка латекса перед коагуляцией физическими воздействиями различной природы (магнитными, электрическими полями, ультразвуком) приводит к снижению удельного расхода коагулянтов [18-20], что открывает новые возможности повышения производительности процесса. В данной работе предпринято параллельное исследование влияния механической обработки латекса на его агрегативную устойчивость и на удельный расход ДМАПКБ. Механическую обработку проводили путем ин-

тенсивного перемешивания латекса в зазоре между коаксиальными цилиндрами в приборе Шица-Александровой [18] при скорости вращения ротора 3000 об/мин. Агрегативную устойчивость латекса оценивали по величине порога быстрой коагуляции (ПБК) электролитом (NaCl) по методике [18]. Результаты представлены в табл. 2.

Таблица 2

Влияние механической обработки латекса на ПБК и долю выделенного каучука

Table 2. The influence of mechanical treatment of latex on PBC and the fraction of the isolated rubber

Время перемешивания t, min	ПБК ммоль/л	Удельный расход коагулянта Q, кг/т		
		0,5	0,6	0,8
		Выход полимера, %		
0	960±10	89,4	90,4	90,6
60	880±7	94,3	94,3	95,2
120	880±10	-	-	-
180	840±8	-	-	-

Примечание: ширина зазора между ротором и статором 0,50 мм; градиент скорости 12,25 с⁻¹. Расход кислоты 15 кг/т
 Note: the width of the gap between the rotor and stator is 0.50 mm; a velocity gradient is 12.25 s⁻¹. The consumption of acid is 15 kg/t

Таблица 3

Физико-механические показатели вулканизатов

Table 3. Physical and mechanical properties of vulcanizates

Показатели	Требования на каучук SKS-30 АРК по ТУ 38.40355-99	Контрольный (коагулянт хлорид натрия)	Экспериментальный (коагулянт меласса)
Вязкость каучука по Муни	40 – 65	55,0	53
Условная прочность при растяжении, МПа	не менее 21,5	24,5	23,7
Относительное удлинение при разрыве, %	не менее 380	520	540
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	-	12	14
Коэффициент старения вулканизата (100 °С, 72ч)			
- по прочности	-	0,53	0,59
- по относительному удлинению	-	0,35	0,38

Можно видеть, что механическая обработка латекса в поле сдвиговых напряжений приво-

дит к заметному (на 5-6 %) повышению выхода полимера при коагуляции, что согласуется с результатами работ [12]. В нашем случае механическая обработка в градиентном потоке, по видимому, приводит к частичной дегидратации – утоньшению гидратной оболочки частиц латекса, как это наблюдалось в работах Неймана. Это приводит к снижению гидратационной составляющей потенциального барьера отталкивания, снижению агрегативной устойчивости (ПБК) и повышению эффективности коагулирующего действия реагента.

Основой коагулирующего действия мелассы являются содержащиеся в ней бетаины. Эффективность коагулянта может быть повышена за счет предкоагуляционной механической обработки латекса в поле сдвиговых напряжений.

Выделяемую крошку каучука промывали в воде, сушили и использовали для приготовления резиновых смесей и вулканизатов по общепринятой методике (ГУ 38.40355-99). Проведенными испытаниями установлено, что вулканизаты, полученные на основе каучука, выделенного мелассой, соответствуют предъявляемым требованиям и аналогичны контрольному образцу (коагулянт хлорид натрия) (табл. 3).

ВЫВОДЫ

Проведенные исследования позволили сделать следующие выводы:

- отход свеклосахарного производства может быть использован в технологии выделения каучука из латекса;
- резиновые смеси и вулканизаты соответствуют предъявляемым требованиям.

ЛИТЕРАТУРА

1. Вишницкий А.С. Перспективы проведения новых разработок в промышленности РТИ. *Каучук и резина*. 2017. № 2. С. 100-102.
2. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных). Казань.: Казан. гос. технол. ун-т. 2010. 506 с.
3. Чалдаева Д.А., Хусаинов А.Д. Применение натурального и синтетического каучука в шинной промышленности. *Вестн. Казан. технол. ун-та*. 2013. Т. 16. № 11. С. 195-198.
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. Аксенов В.И. Производство синтетических каучуков в 2015 году в России. Краткие итоги. *Промышл. произво и использ. эластомер*. 2016. № 2. С. 3-8.
6. Прошин И.А., Горячева А.А., Дяркин Р.А. Технология утилизации отходов синтетических каучуков. *Современ. пробл. науки и образован*. 2015. № 1. С. 37.
7. Колова А.Ф., Пазенко Т.Я., Федотова Ю.В. Разработка технологии локальной очистки сточных вод завода синтетического каучука. *Вестн. Иркут. гос. техн. ун-та*. 2014. № 10 (93). С. 156-162.
8. Никулина Н.С., Романюк Е.В., Никулин С.С. Влияние четвертичных солей аммония на процесс выделения наполненного маслом каучука из латекса. *Вестн. Воронеж. гос. ун-та инженер. технол.* 2016. № 1(67). С. 164-166.
9. Мисин В.М., Никулин С.С., Дюмаев К.М. Коагуляция промышленных эмульсионных каучуков в России полимерными четвертичными аммонийными солями. Хронология развития работы. *Вестн. Казан. технол. ун-та*. 2013. Т. 16. № 1. С. 97-109.
10. Один А.П., Рачинский А.В. Усовершенствованный метод выделения эмульсионных бутадиен-стирольных каучуков с использованием органических коагулянтов. *Каучук и резина*. 2009. № 3. С. 2-4.

REFERENCES

1. Vishnitsky A.S. Prospects for new developments in the rubber industry. *Kauchuk i Rezina*. 2017. N 2. P. 100-102 (in Russian).
2. Grishin B.S. Materials of the rubber industry (information and analytical database). Kazan: Kazan State Technol. Un-t. 2010. 506 p (in Russian).
3. Chaldaeve D.A., Khusainov A.D. Application of natural and synthetic rubber in the tire industry. *Vestn. Kazan Tekhnol. Un-ta*. 2013. V. 16. N 11. P. 195-198 (in Russian).
4. Averko-Antonovich L.A., Averko-Antonovich Yu.O., Davletbaeva I.M., Kirpichnikov P.A. Chemistry and technology of synthetic rubber. M.: Khimiya, Kolos. 2008. 357 p. (in Russian).
5. Aksenov V.I. Production of synthetic rubbers in 2015 in Russia. Brief results. *Industrial Production and Use of Elastomers*. 2016. N 2. P. 3-8 (in Russian).
6. Proshin I.A., Goryacheva A.A., Dyarkin R.A. Technology of utilization of synthetic rubbish waste. *Sovremen. Probl. Nauki i Obrazovan*. 2015. N 1. P. 37 (in Russian).
7. Kolova A.F., Pazenko T.Ya., Fedotova Yu.V. Development of the technology of local wastewater treatment of the plant of synthetic rubber. *Vestn. Irkut. Tekhn. Un-ta*. 2014. N 10 (93). P. 156-162 (in Russian).
8. Nikulina N.S., Romanyuk E.V., Nikulin S.S. Influence of quaternary ammonium salts on the process of isolation of oil-filled rubber from latex. *Vestn. Voronezh. Gos. Un-ta. Inzh. Yekhnol*. 2016. N 1 (67). P. 164-166 (in Russian).
9. Misin V.M., Nikulin S.S., Dumayev K.M. Coagulation of industrial emulsion rubbers in Russia with polymeric quaternary ammonium salts. Chronology of the development of work. *Vestn. Kazan Tekhnol. Un-ta*. 2013. V. 16. N 1. P. 97-109 (in Russian).
10. Odin A.P., Rachinsky A.V. An improved method for isolating emulsion styrene-butadiene rubbers using organic coagulants. *Kauchuk i Rezina*. 2009. N 3. P. 2-4 (in Russian).

11. Дюмаев К.М., Никулин С.С., Корнехо Т.Х.В., 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.
12. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. СПб.: Лань. 2015. 304 с.
13. Белопухов С.Л., Шнее Т.В., Старых С.Э. Физическая и коллоидная химия. М.: РГАУ-МСХА. 2009. С. 271.
14. Ахрименко В.Е., Пашевская Н.В. Использование мелассы в качестве пластификатора тампонажных растворов. *Строит-во нефт. и газ. скважин на суше и на море*. 2014. № 1. С. 35-37.
15. Краткая химическая энциклопедия. М.: Советская энциклопедия. 1961. Т. 1. 430 с.
16. Власова Л.А., Карманова О.В., Матюшенко И.Н., Грибанова М.А. Использование отходов свеклосахарного производства в рецептуре резиновых смесей. *Эколог. и пром-ть России*. 2011. № 10. С. 31-33.
17. Пояркова Т.Н., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Кудрина Г.В., Филимонова О.Н. Практикум по коллоидной химии латексов. М.: Изд. дом Академии Естествознания. 2011. 124 с.
18. Шульгина Ю.Е., Никулина Н.С., Никулин С.С. Изучение влияния ультразвука и магнитного поля на процесс выделения каучука из латекса. *Современ. наукоем. технол.* 2016. № 7. С. 74-76.
19. Никулин С.С. Акустическое воздействие в производстве эмульсионных каучуков. *Изв. вузов. Химия и хим. технология*. 2015. Т. 58. Вып. 12. С. 47-51.
20. Никулин С.С., Шульгина Ю.Е., Пояркова Т.Н. Особенности выделения каучука из латекса N,N-диметил-N,N-диаллиламмоний хлоридом при воздействии магнитным полем. *Журн. приклад. химии*. 2014. Т. 87. Вып. 7. С. 974-979.
11. Dumayev K.M., Nikulin S.S., Kornekho T.H.V., Poyarkova T.N., Misin V.M. Ecological and economic aspects of introduction of polymer coagulants in the process of isolation of industrial emulsion rubbers. *Voda: Khimiya, Ekologiya*. 2013. N 5 (59). P. 40-44 (in Russian).
12. Verezhnikov V.N., Germasheva I.I., Krysin M.Yu. Colloid chemistry of surface-active substances. SPb.: Lan. 2015. 304 p. (in Russian).
13. Belopukhov S.L., Shnei T.V., Starykh S.E. Physical and colloid chemistry. M.: RGAU-MANA. 2009. P. 271 (in Russian).
14. Akhrimenko V.E., Pashevskaya N.V. Use of molasses as plasticizer of oil wells. *Stroitelstvo Neft. Gaz Skvazhin na Sushe i na More*. 2014. N 1. P. 35-37 (in Russian).
15. A brief chemical encyclopaedia. M.: Soviet Encyclopedia. 1961. V. 1. 430 p. (in Russian).
16. Vlasova L.A., Karmanova O.V., Matyushenko I.N., Gribanova M.A. Use of beet-sugar production waste in the formulation of rubber compounds. *Ekolog. Prom. Rossii*. 2011. N 10. P. 31-33 (in Russian).
17. Poyarkova T.N., Nikulin S.S., Pugacheva I.N., Kudrina G.V., Filimonova O.N. Workshop on colloid chemistry of latex. M.: Izd. dom Akademii Estestvoznaniya. 2011. 124 p. (in Russian).
18. Shulgina Yu.E., Nikulina N.S., Nikulin S.S. Study of the influence of ultrasound and magnetic field on the process of release of rubber from latex. *Sovremen. Naukoem. Tekhnol.* 2016. N 7. P. 74-76 (in Russian).
19. Nikulin S.S. Acoustic influence in the production of emulsion rubbers. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2015. V. 58. N 12. P. 47-51 (in Russian).
20. Nikulin S.S., Shulgina Yu.E., Poyarkova T.N. Features of the release of rubber from latex with N, N-dimethyl-N, N-diallylammonium chloride under the action of a magnetic field. *Zhurn. Prikl. Khim.* 2014. V. 87. N 7. P. 974-979 (in Russian).

Поступила в редакцию 15.06.2018
Принята к опубликованию 16.10.2018

Received 15.06.2018
Accepted 16.10.2018