

## ОСОБЕННОСТИ ПОВЕДЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЛЕЙ АММОНИЯ ПРИ ВЫДЕЛЕНИИ КАУЧУКА ИЗ ЛАТЕКСА

С.С. Никулин, Н.С. Никулина, Т.М. Булатецкая, В.Н. Вережников

Сергей Саввович Никулин\*

Кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, Воронеж, Российская Федерация, 394036  
Научно-исследовательский центр, ВУНЦ ВВС «Военно-воздушная академия им. профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина», ул. Старых Большевиков, 54 «А», Воронеж, Российская Федерация, 394064  
E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru\*

Надежда Сергеевна Никулина

Кафедра пожарной безопасности технологических процессов, Воронежский государственный институт ГПС МЧС России, ул. Краснознаменная, 231, Воронеж, Российская Федерация, 394052  
E-mail: nikulina2013@vandex.ru

Татьяна Михайловна Булатецкая

Кафедра технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности, Воронежский государственный университет инженерных технологий, пр. Революции, 19, Воронеж, Российская Федерация, 394036  
E-mail: tatyanabulatetskaya@yandex.ru

Виктор Николаевич Вережников

Кафедра высокомолекулярных соединений и коллоидов, Воронежский государственный университет, ул. Университетская площадь, 1, Воронеж, Российская Федерация, 394018  
E-mail: vvn@chem.vsu.ru

*Влияние низко- и высокомолекулярных веществ на устойчивость различных лиофобных коллоидных систем относится к числу наиболее ранних эмпирических и интуитивно используемых на практике явлений. Подобное многоцелевое применение водорастворимых органических солей в латексной технологии обусловлено комплексом разнообразных коллоидно-химических явлений при взаимодействии их с дисперсной фазой латекса и его компонентами, прежде всего с эмульгатором. В настоящее время для снижения агрегативной устойчивости латексных систем в промышленных масштабах применяют ряд низко- и высокомолекулярных органических реагентов. В работе проведена оценка коагулирующей способности ацетата, оксалата и лимоннокислого аммония при исследовании процесса выделения каучука СКС-30 АРК из латекса в сравнении с неорганической солью аммония и хлорида натрия. Установлено влияние природы солевого компонента, их расходов на технологические особенности процесса коагуляции латекса бутадиен-стирольного каучука. Показана взаимосвязь между расходом органической соли аммония и подкисляющего компонента (раствора серной кислоты) на полноту выделения каучука из латекса. Отмечено при этом, что сила кислоты, образующей соль аммония, оказывает влияние на технологический процесс выделения каучука из латекса. Чем выше сила органической кислоты, образующей соль аммония, тем меньше расход подкисляющего агента, и полнота коагуляции достигается при меньшем расходе коагулянтов. Отмечена особенность поведения лимоннокислого аммония, заключающаяся в том, что полнота выделения каучука из латекса не достигалась даже при расходе данной соли свыше 200 кг/т каучука и повышенном расходе подкисляющего агента. Это может быть связано с тем, что лимонная кислота является оксикислотой и проявляет свойства, характерные для поверхностно-активных веществ, и повышает агрегативную устойчивость коагулируемой системы. Вулканизаты, изготовленные на основе выделенного каучука, соответствуют предъявляемым требованиям ТУ по всем своим основным показателям.*

**Ключевые слова:** латекс, соли аммония, коагуляция, каучук, свойства

## FEATURES OF BEHAVIOR OF ORGANIC AMMONIUM SALTS WHEN ISOLATING RUBBER FROM LATEX

S.S. Nikulin, N.S. Nikulina, T.M. Bulatetskaya, V.N. Verezhnikov

Sergey S. Nikulin\*

Department of Technologies of Organic Compounds, Polymer Processing and Technosphere Safety, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution ave., 19, Voronezh, 394036, Russia  
Research center, Russian Air Force Military Educational and Scientific Center «Air Force Academy named after professor N. E. Zhukovsky and Y. A. Gagarin», Starykh Bolsheviks st., 54a, Voronezh, 394064, Russia  
E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru\*

Nadezhda S. Nikulina

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

Tatyana M. Bulatetskaya

Department of Technologies of Organic Compounds, Polymer Processing and Technosphere Safety, Voronezh State University of Engineering Technologies, Revolution ave., 19, Voronezh, 394036, Russia  
E-mail: tatyana\_bulatetskaya@yandex.ru

Victor N. Verezhnikov

Department of High Molecular Compounds and Colloids, Voronezh State University, Universitetskaya sq., 1, Voronezh, 394018, Russia  
E-mail: vvn@chem.vsu.ru

*The influence of low-and high-molecular substances on the stability of various lyophobic colloidal systems is among the earliest empirical and intuitively used phenomena. The water-soluble organic salts are applied in different industries including latex technology. This is related to a complex of various colloid-chemical phenomena and their interaction with latex dispersed phase and its components. Nowadays some high-molecular and low-molecular organic reagents are used to reduce the aggregate stability of latex system on an industrial scale. In the article, the coagulating ability of ammonium acetate, ammonium oxalate and ammonium citrate were estimated for the latex coagulation in the comparison with an inorganic ammonium salt and sodium chloride. The influence of the nature of salt component, as well as its consumption, on the technological features of the coagulation process in the emulsion latex was established. The relationship between the consumption of organic ammonium salt and acidifying component on the complete coagulation was shown. It's worth noting that the strength of the acid, which forms the ammonium salt, has an effect on the technological extraction process of rubber from latex. The stronger the organic acid, the lower the consumption of the acidifying agent, and complete coagulation is achieved at lower consumption of coagulants. Peculiar behavior of ammonium citrate has been noted: complete coagulation wasn't achieved with the consumption of this salt over 200 kg/t of rubber and increased consumption of the acidifying agent. It can be due to the fact that citric acid is an oxyacid and shows properties characteristic for surfactants and increases the aggregate stability of the system. These rubbers, rubber compounds and vulcanizates obtained correspond to standard parameters.*

**Key words:** latex, ammonium salts, coagulation, rubber, properties

### Для цитирования:

Никулин 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

### For citation:

Nikulin S.S., Nikulina N.S., Bulatetskaya T.M., Verezhnikov V.N. Features of behavior of organic ammonium salts when isolating rubber from latex. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* [Russ. J. Chem. & Chem. Tech.]. 2020. V. 63. N 3. P. 75–81

## ВВЕДЕНИЕ

В последние годы наблюдается активное развитие промышленности, производящей синтетические каучуки. Это связано с непрерывно возрастающим спросом на шинную, резинотехническую продукцию, активное развитие композиционных материалов, содержащих полимерные компоненты и др. [1, 2]. Повышенный интерес к продукции на основе полимерных материалов требует непрерывного развития и совершенствования ее производства, внедрения новых технологий, аппаратного оформления, новых каталитических, иницирующих и эмульгирующих систем и др. [3, 4]. Повышенные требования предъявляются и к качеству изготавливаемой продукции, ее ассортименту и строгому соблюдению экологических требований. Особое внимание при этом уделяется каучукам, получаемым эмульсионной полимеризацией, т.к. они обладают комплексом положительных свойств и находят широкое применение [5-7]. Совершенствование их производства – важная и актуальная задача, стоящая перед данной отраслью нефтехимической промышленности.

Одной из проблемных стадий производства эмульсионных каучуков является стадия их выделения из латекса. Данная стадия обладает высокой материало- и энергоемкостью и в ряде случаев вступает в противоречие с экологическими требованиями. Это связано прежде всего с тем, что она требует значительного расхода широко используемых в настоящее время экономичных минеральных коагулирующих агентов, таких как хлорид натрия (расход составляет 150-200 кг/т каучука), которые со сточными водами попадают в окружающую среду. Поэтому в настоящее время проводятся поисковые исследования по замене существующих солевых коагулирующих агентов на вещества органической природы, обладающие биоразлагаемостью, высокой коагулирующей эффективностью при относительно невысокой стоимости и доступности.

В опубликованных ранее работах была показана перспективность применения в технологии выделения каучуков из латексов четвертичных солей аммония, таких как фторид, хлорид, бромид аммония [8, 9], которые в значительных количествах присутствуют в отходах химической промышленности, которые до настоящего времени не находят своего применения и в виде водных растворов сбрасываются в природные водоемы. Поэтому поисковые исследования по применению аммонийных солей, образующихся в качестве отходов, имеют важное прикладное и природоохранное значение. Проведенные ранее исследования [8-14]

касались только солей аммония на основе неорганических кислот. В то же время, в химической промышленности в качестве отходов и побочных продуктов образуются соли аммония на основе органических кислот. В опубликованных литературных источниках данному вопросу не уделено должного внимания. Поэтому изучение возможности применения органических солей аммония в технологическом процессе выделения эмульсионных каучуков из латексов имеет как научное, так и практическое значение. Кроме того, это расширяет и дополняет имеющиеся в литературе данные об используемых коагулирующих агентах в технологии выделения каучука из латекса.

Цель данной работы – рассмотрение возможности применения органических солей аммония – ацетата, оксалата и цитрата аммония (двух- и трехзамещенного) с оценкой влияния их расходов и кислотности среды на полноту выделения каучука из латекса, и свойства получаемых каучуков, резиновых смесей и вулканизатов.

## МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Коагуляцию каучукового латекса СКС-30 АРК проводили согласно общепринятой методике, описанной в работе [15]. С целью изучения процесса выделения каучука из латекса на основе приведенных выше солей аммония были приготовлены водные растворы ацетата аммония с концентрацией 9,4%, оксалата аммония 4,3% и цитрата аммония двух и трехзамещенного 10,0%.

В качестве подкисляющего агента использованы 2,0% водные растворы серной кислоты. Процесс выделения каучука из латекса проводили при температуре 20-22 °С на коагуляционной установке, представляющей собой емкость, снабженную перемешивающим устройством и помещенную в термостат для поддержания заданной температуры. Кислую среду коагуляции создавали за счет введения водного раствора серной кислоты. Полноту коагуляции оценивали гравиметрически – по массе получаемой крошки каучука. Образующуюся крошку отделяли от водной фазы (серума), промывали теплой водой и после отжатия высушивали в сушильном шкафу при температуре 80-85 °С.

Оценку коагулирующей способности органических солей аммония проводили в сравнении с сульфатом аммония и хлоридом натрия, т.к. первая соль является примером неорганической соли аммония, а вторая – известный коагулянт, используемый в производстве эмульсионных каучуков до настоящего времени.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты эксперимента показали (табл. 1), что масса выделяемой крошки каучука возрастает с

повышением расхода коагулянта, а практически полное выделение каучука достигается при расходе ацетата аммония – 200; оксалата аммония – 150; сульфата аммония – 90 и хлорида натрия 150 кг/т каучука. В случае применения цитрата аммония как двухзамещенного, так и трехзамещенного, требуемая полнота выделения каучука из латекса не достигается при исследованных расходах реагента.

Расход серной кислоты выдерживали постоянным – 15 кг/т каучука.

При коагуляции латекса органическими солями аммония отмечен ряд особенностей, которые не наблюдаются в случае использования неорганических солей. Так, для поддержания кислой среды на заданном уровне (pH = 2,5-3,0) необходимо было увеличивать и расход серной кислоты.

Таблица 1

**Выделение каучука из латекса СКС-30 АРК различными органическими солями аммония**  
**Table 1. Extraction of emulsion rubber from latex by various organic ammonium salts. Temperature 20 ° C**

Вид коагулянта	Хлорид натрия						
Расход хлорида натрия, кг·т <sup>-1</sup> каучука	10,0	30,0	50,0	70,0	100,0	120,0	150,0
Расход серной кислоты, кг·т <sup>-1</sup> каучука	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
pH водной фазы	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Выход коагулюма, мас%	34,5	56,3	74,7	80,5	85,6	90,5	97,1
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кп
Вид коагулянта	Сульфат аммония						
Расход сульфата аммония, кг·т <sup>-1</sup> каучука	10,0	30,0	50,0	70,0	90,0	-	-
Расход серной кислоты, кг·т <sup>-1</sup> каучука	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	-	-
pH водной фазы	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0	-	-
Выход коагулюма, мас%	36,8	71,9	85,4	91,9	93,0	-	-
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кп	кп	-	-
Вид коагулянта	Ацетат аммония						
Расход ацетата аммония, кг·т <sup>-1</sup> каучука	10,0	30,0	50,0	70,0	100,0	150,0	200,0
Расход серной кислоты, кг·т <sup>-1</sup> каучука	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
pH водной фазы	3,0	3,0	3,5	3,5	3,8	4,1	4,5
Выход коагулюма, мас%	19,9	31,4	41,0	50,2	59,3	73,7	92,5
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кп
Вид коагулянта	Оксалат аммония						
Расход оксалата аммония, кг·т <sup>-1</sup> каучука	10,0	30,0	50,0	70,0	90,0	120,0	150,0
Расход серной кислоты, кг·т <sup>-1</sup> каучука	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
pH водной фазы	3,5	3,5	3,7	3,8	4,0	4,0	4,1
Выход коагулюма, мас%	31,1	38,5	46,1	54,2	65,2	83,4	94,2
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кп
Вид коагулянта	Цитрат аммония двухзамещенный						
Расход лимоннокислого аммония, кг·т <sup>-1</sup> каучука	10,0	30,0	70,0	110,0	130,0	170,0	210,0
Расход серной кислоты, кг·т <sup>-1</sup> каучука	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
pH водной фазы	3,5	4,5	5,0	5,0	5,2	5,4	5,5
Выход коагулюма, мас%	27,6	29,4	33,9	40,3	43,6	49,1	58,0
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп
Вид коагулянта	Цитрат аммония трехзамещенный						
Расход лимоннокислого аммония, кг·т <sup>-1</sup> каучука	10,0	30,0	70,0	110,0	130,0	170,0	210,0
Расход серной кислоты, кг·т <sup>-1</sup> каучука	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0	15,0
pH водной фазы	3,7	4,4	5,1	5,3	5,4	5,5	5,7
Выход коагулюма, мас%	22,4	27,3	35,4	37,8	42,7	50,5	56,9
Оценка полноты коагуляции	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп	кнп

Примечание: оценка полноты коагуляции - коагуляция неполная (кнп); коагуляция полная (кп), температура 20 ° C

Note: coagulation completeness assessment -icc-incomplete coagulation; cc – complete coagulation

С 15 до ~ 40 кг/т каучука в случае применения ацетата аммония и до 35 кг/т каучука при использовании оксалата аммония, чего не наблюдали

при коагуляции сульфатом аммония и хлоридом натрия. В то же время применение лимоннокислого аммония, соли трикарбонной органической

оксикислоты, не позволило достичь полноты выделения каучука из латекса даже при высоком расходе данной аммонийной соли (до 210 кг/т каучука) и повышении расхода серной кислоты до 50 кг/т каучука.

Такое нетипичное поведение органических солей аммония при их использовании для выделения каучука из латекса СКС-30 АРК можно объяснить тем, что данные соли, образованные слабыми органическими кислотами и слабым основанием, легко подвергаются гидролизу. Образующиеся слабые кислоты и основание в водных растворах присутствуют преимущественно в молекулярной форме, т.к. слабо диссоциируют на ионы (константа диссоциации ( $K$ ) уксусной кислоты и гидроксида аммония –  $\sim 2,0 \cdot 10^{-5}$ ). Вследствие резкого снижения концентрации ионов в растворе должна ухудшаться эффективность выделения каучука из латекса. Следует также учитывать, что в процессе выделения каучука в коагулируемую систему вводится для подкисления водный раствор сильной серной кислоты. В результате в реакционной смеси протекает ряд последовательных и последовательно-параллельных реакций. Выделяющиеся в результате гидролиза слабые органические кислоты не способны обеспечить требуемую среду коагуляции ( $\text{pH} = 2,5-3,5$ ). Следовательно, с ростом расхода коагулирующего агента – органической соли аммония, требуется больший расход серной кислоты, так как часть её расходуется на реакцию взаимодействия с органической солью аммония, а также с поверхностно-активными веществами (ПАВ) эмульсионной системы. Обращает на себя внимание также тот факт, что расход серной кислоты зависит от силы выделяемой органической кислоты. Так, щавелевая кислота (константа диссоциации  $K_1 = 5,6 \cdot 10^{-2}$ ,  $K_2 = 5,4 \cdot 10^{-5}$ ) является более сильной кислотой, чем уксусная, следовательно, и расход серной кислоты на поддержание значения  $\text{pH}$  на заданном уровне требуется меньше, что подтверждается экспериментальными данными. Образующаяся лимонная кислота – трикарбоновая оксикислота, при гидролизе лимоннокислого аммония является также слабой (константа диссоциации  $K_1 = 8,4 \cdot 10^{-4}$ ,  $K_2 = 1,7 \cdot 10^{-5}$ ,  $K_3 = 4,0 \cdot 10^{-7}$ ) и по своей силе уступает щавелевой кислоте. Следовательно, влияние ее на процесс выделения каучука из латекса будет крайне слабым, и полнота выделения каучука из латекса будет тесно связана с расходом подкисляющего агента, серной кислоты. Применение высоких расходов разбавленной серной кислоты приводит к резкому снижению концентрации дисперсной фазы, что также отрицательно влияет на выход каучука в процессе коагуляции.

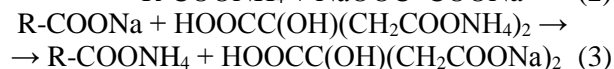
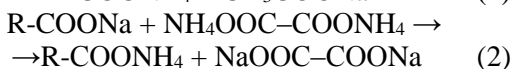
Учитывая тот факт, что уксусная кислота, и тем более щавелевая кислота, являются более сильными, чем высшие карбоновые кислоты, солями которых являются ПАВ, то они способны вытеснять их из солей. Слабая лимонная кислота обладает меньшей способностью к вытеснению высших органических кислот из их солей, чем уксусная и щавелевая кислоты. Можно также предположить, что образующийся в данном случае лимоннокислый натрий будет выполнять функцию слабого ПАВ [16].

Из литературных источников известно [17, 18], что некоторые промышленные неионные ПАВ получают на основе сахаров. Углеводы, к которым относятся оксальдегиды и кетоны, приближаются к оксикислотам (к которым относится и лимонная кислота). Они способны выполнять функции ПАВ и широко используются в фармакологической и др. промышленности.

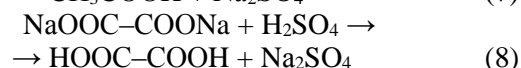
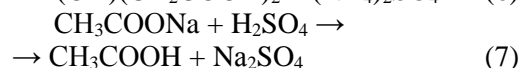
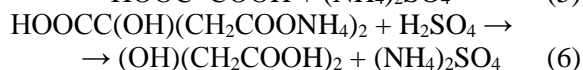
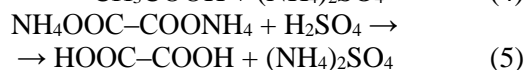
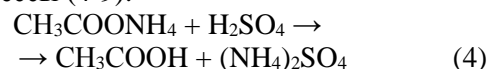
Этим, вероятнее всего, и обеспечивается более высокая стабильность (устойчивость) системы к коагуляции. Видимо по этой причине полнота выделения каучука из латекса и не достигалась в случае применения лимоннокислого аммония.

Процессы, протекающие в системе, начиная с момента введения в нее органической соли аммония, могут быть представлены следующим образом:

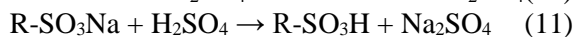
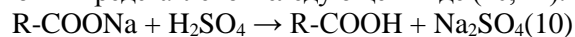
а) в момент введения в латекс органической соли аммония (1-3):



б) при подкислении коагулируемой системы в ней начинают протекать следующие химические процессы (4-9):



в) взаимодействие серной кислоты с ПАВ может быть представлено в следующем виде (10, 11):



Образующиеся в результате данных реакций сульфаты натрия и аммония будут выполнять функцию коагулирующего агента, а выделяющиеся органические кислоты, - функцию подкисляющего агента. Однако, учитывая тот факт, что сила выделяющихся органических кислот невысока, для завершения процесса и полного перевода ПАВ в свободные кислоты требуется повышенный расход серной кислоты. Это наблюдается в полученных экспериментальных данных.

На основе каучука, выделенного из латекса солями аммония, приготовлены резиновые смеси по стандартной методике с использованием общепринятых ингредиентов [19, 20]. В табл. 2 представлены результаты испытаний резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК, выделенного из латекса приведенными выше солями, а также сульфатом аммония и хлоридом натрия.

Таблица 2

Свойства резиновых смесей и вулканизатов на основе каучука СКС-30 АРК, выделенного из латекса сульфатом, ацетатом, оксалатом аммония и поваренной солью

Table 2. Properties of rubber mixtures and vulcanizates based on emulsion rubbers (SBR) obtained by ammonium sulfate, ammonium acetate, ammonium oxalate and sodium salt

Показатели	Вид коагулирующего агента			
	(NH <sub>4</sub> ) <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	CH <sub>3</sub> COONH <sub>4</sub>	NH <sub>4</sub> OOC-COONH <sub>4</sub>	NaCl
Вязкость по Муни каучука	42,0	45,0	43,0	44,0
Массовая доля свободных органических кислот, %	5,6	5,2	5,4	5,7
Массовая доля мыл органических кислот, %	0,10	0,11	0,14	0,09
Потеря массы при сушке, %	0,19	0,21	0,18	0,15
Массовая доля золы, %	0,20	0,17	0,16	0,24
Напряжение при 300 % удлинении, МПа	12,9	12,2	13,1	13,3
Условная прочность при растяжении, МПа	24,5	24,2	25,1	25,8
Относительное удлинение при разрыве, %	510	530	520	540
Относительная остаточная деформация после разрыва, %	16	13	15	12

Примечание: продолжительность вулканизации - 60 мин

Note: vulcanization time - 60 min

Анализ представленных результатов показал, что вулканизаты, изготовленные на основе каучука, выделенного из латекса солями аммония, обладают требуемым комплексом свойств и приближаются к вулканизатам, полученным на основе каучука, выделенного из латекса хлоридом натрия (стандартный образец).

#### ВЫВОДЫ

По результатам проведенной работы можно сделать следующие выводы:

1) некоторые органические соли аммония (ацетат и в особенности оксалат аммония из-за меньшего расхода) могут быть использованы в тех-

нологическом процессе выделения эмульсионных каучуков из латексов;

2) расход коагулирующего агента тесно связан с величиной добавки подкисляющего агента для поддержания кислой среды коагуляции на уровне pH – 2,5-3,5;

3) чем сильнее органическая кислота, входящая в состав соли аммония, тем меньше требуется расход серной кислоты на подкисление системы;

4) вулканизаты, изготовленные на основе выделенного каучука, соответствуют предъявляемым требованиям ТУ по всем своим основным показателям.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен-стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж: [б. и.]. 2015. 315 с.
2. Корнев А.Е., Буканов А.М., Швердяев О.Н. Технология эластомерных материалов. М.: НППА «Истек». 2009. 504 с.
3. Расповов И.В., Никулин С.С., Гаршин А.П., Рьльков А.А., Фазлиахметов Р.Г., Расповов В.И. Совершенствование оборудования и технологии выделения бутадиен-(*α*-метил)стирольных каучуков из латексов. М.: ЦНИИТЭнефтехим. 1997. 68 с.

#### REFERENCES

1. Papkov V.N., Rivin E.M., Blinov E.V. Butadiene-styrene rubbers. Synthesis and properties. Voronezh: [b. i.]. 2015. 315 p. (in Russian).
2. Kornev A.E., Bukanov, A.M., Sheverdyayev O.N. Technology of elastomeric materials. M.: NPPA "ISTEK". 2009. 504 p. (in Russian).
3. Raspopov I.V., Nikulin S.S., Garshin A.P., Ryl'kov A.A., Fazliakhmetov R.G., Raspopov I.V. Improved equipment and technology of selection of butadiene-(*α*-methyl)styrene rubber from latex. M.: TSNITEneftekhim. 1997. 68 p. (in Russian).

4. **Расповов И.В., Никулин С.С., Рыльков А.А., Шаповалова Н.Н.** Усовершенствование аппаратного оформления и технологии выделения эмульсионных каучуков из латексов. *Пр-во и использ. эластомеров*. 1997. № 12. С. 2-6.
5. **Аверко-Антонович Л.А., Аверко-Антонович Ю.О., Давлетбаева И.М., Кирпичников П.А.** Химия и технология синтетического каучука. М.: «КолосС», 2008. 357 с.
6. **Корнев А.Е., Буканов А.М., Шeverдяев О.Н.** Технология эластомерных материалов. М.: НППА «Истек». 2009. 504 с.
7. **Резниченко С.В., Морозов Ю.Л.** Большой справочник резинщика. М.: Техинформ. 2012. 744 с.
8. **Никулин С.С., Вережников В.Н.** Применение азотсодержащих соединений для выделения синтетических каучуков из латексов. *Хим. пром-ть сегодня*. 2004. № 4. С. 26-37.
9. **Вережников В.Н., Гермасева И.И., Крысин М.Ю.** Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. СПб.: Лань. 2015. 304 с.
10. **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. *Вестн. ВГУ*. 2017. № 4. С. 37-40.
11. **Никулина Н.С., Провоторова М.А., Ряднова А.А., Митрохина С.В., Никулин С.С., Пугачева И.Н.** Изучение возможности применения в производстве эмульсионных каучуков сульфата и нитрата аммония. *Пром. пр-во и использ. эластомеров*. 2014. № 3. С.26-27.
12. **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.
13. **Пугачева И.Н., Никулина Н.С., Никулин С.С.** Применение бинарного коагулянта в технологии получения эмульсионных каучуков. *Хим. пром-ть сегодня*. 2017. № 2. С. 31-36.
14. **Никулина Н.С., Пояркова Т.Н., Никулин С.С.** Применение органических солей аммония для выделения бутадиен-стирольных каучуков из латексов. *Пром. пр-во и использ. эластомеров*. 2015. № 4. С. 11-14.
15. **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.
16. **Ланге К.Р.** Поверхностно-активные вещества : Синтез, свойства, анализ, применение. СПб.: Профессия. 2007. 240 с.
17. **Холмберг К., Йенсон Б., Кронберг Б., Линдман Б.** Поверхностно-активные вещества и полимеры в водных растворах. М.: БИНОМ. Лаборатория знаний. 2007. 528 с.
18. **Волков В.А.** Коллоидная Химия. Поверхностные явления и дисперсные системы. СПб.: Лань. 2015. 672 с.
19. **Марк Дж., Эрман Б., Эйрич Ф.** Каучук и резина. Наука и технология. Долгопрудный: Изд. дом «Интеллект». 2011. 768 с.
20. **Новопольцева О.М., Каблов В.Ф., Кракшин М.А.** Материалы и создание рецептур резиновых смесей для шинной и резинотехнической промышленности. Волгоград: ВолгГТУ. 2009. 321 с.
4. **Raspopov I.V., Nikulin S.S., Rylkov A.A., Shapovalova N.N.** Improvement of hardware design and technology of extraction of emulsion rubbers from latex. *Proizv. Ispolz. Elastomerov*. 1997. N 12. P. 2-6 (in Russian).
5. **Averko-Antonovich L.A., Averko-Antonovich Yu.O., Davletbaeva I.M., Kirpichnikov P.A.** Chemistry and technology of synthetic rubber. M.: "KolosS", 2008. 357 p. (in Russian).
6. **Kornev A.E., Bukanov A. M., Sheverdyayev O.N.** Technology of elastomeric materials. M.: NPPA "ISTEK". 2009. 504 p. (in Russian).
7. **Reznichenko S.V., Morozov Yu.L.** Large directory of reinsta. M.: Techinform. 2012. 744 p. (in Russian).
8. **Nikulina N.S., Verezhnikov V.N.** Application of nitrogen-containing compounds for isolation of synthetic rubbers from latex. *Khim. Prom. Segodnya*. 2004. N 4. P. 26-37 (in Russian).
9. **Verezhnikov V.N., Germasheva I.I., Krysin M.Yu.** Colloidal chemistry of surfactants. Spb.: Lan'. 2015. 304 p. (in Russian).
10. **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. *Vestn. VGU*. 2017. N 4. P. 37-40 (in Russian).
11. **Nikulina N.S. Provotorova M.A., Ryadnova A.A., Mitrokhina S.V., Nikulin S.S., Pugacheva I.N.** The study of the possibility of using ammonium sulfate and nitrate in the production of emulsion rubbers. *Proizv. Ispolz. Elastomerov*. 2014. N 3. P. 26-27 (in Russian).
12. **Nikulina N.S., Verezhnikov V.N., Nikulin S.S., Provotorova M.A., Pugacheva I.N.** The prospect of using the waste of sugar beet production – molasses in the technology of isolation of rubber from latex. *Izv. Vyssh. Uchebn. Zaved. Khim. Khim. Tekhnol.* 2018. V. 61. N 11. P. 109-115 (in Russian).
13. **Pugacheva I.N., Nikulina N.S., Nikulin S.S.** The use of binary coagulants in the technology of emulsion rubbers. *Khim. Prom.Segodnya*. 2017. N 2. P. 31-36 (in Russian).
14. **Nikulina N.S., Poyarkova T.N., Nikulin S.S.** Application of organic ammonium salts for isolation of styrene-butadiene rubbers from latex. *Proizv. Ispolz. Elastomerov*. 2015. N 4. P. 11-14 (in Russian).
15. **Poyarkova T.N., Nikulin S.S., Pugacheva I.N., Kudrina G. V., Filimonova O. N.** Workshop on colloidal chemistry of latex. M.: Publishing house of the Academy of natural Sciences. 2011. 124 p. (in Russian).
16. **Lange K.R.** Surfactants: synthesis, properties, analysis, application. SPb.: Profession. 2007. 240 p. (in Russian).
17. **Holmberg K., Jenson B., Kronberg B., Lindman B.** Surfactants and polymers in aqueous solutions. M.: BINOM. Laboratoriya znaniy. 2007. 528 p. (in Russian).
18. **Volkov V.A.** Colloid and surface chemistry. Surface phenomena and disperse systems. SPb.: Lan'. 2015. 672 p. (in Russian).
19. **Mark J., Herman B., Aerich F.** Rubber and rubber. Science and technology. Dolgoprudny: Izd. dom."Intellect". 2011. 768 p. (in Russian).
20. **Novopoltseva O.M., Kablov V.F., Krakshin M.A.** Materials and creating rubber formulations for the tire and rubber industry. Volgograd: VolGTU. 2009. 321 p. (in Russian).

Поступила в редакцию (Received) 13.06.2019

Принята к опубликованию (Accepted) 16.01.2020