

# ХИМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЯ

DOI: 10.34031/article\_5db3e74c458638.24216673

<sup>1,\*</sup>Власова Л.А., <sup>1</sup>Пугачева И.Н., <sup>1,2</sup>Никулин С.С.<sup>1</sup>Воронежский государственный университет инженерных технологий<sup>2</sup>Военный учебно-научный центр военно-воздушных сил

«Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина»

\* E-mail : vllar65@yandex.ru

## ПРИМЕНЕНИЕ СОЛЕЙ d-МЕТАЛЛОВ 4-го ПЕРИОДА В КАЧЕСТВЕ КОАГУЛЯНТОВ В ТЕХНОЛОГИИ ПРОИЗВОДСТВА ЭМУЛЬСИОННЫХ КАУЧУКОВ

**Аннотация.** Совершенствованию технологии каучуков, получаемых эмульсионной полимеризацией, в настоящее время отводится большое внимание. Одной из проблематичных стадий данного производства является стадия выделения каучука из латекса. Разработка более совершенных коагулирующих систем остается актуальной. В работе впервые была рассмотрена возможность применения в качестве коагулянтов при выделении каучука из латекса солей d-металлов четвертого периода периодической системы им. Д.И. Менделеева: хлоридов цинка, никеля и кобальта. Исследовано влияние расхода данных солей на полноту выделения каучука, оценены свойства каучуков. Выявлено, что наилучшей коагулирующей способностью обладает хлорид цинка. Установлено образование нерастворимых комплексных соединений между коагулирующим агентом и поверхностно-активными веществами латексной системы. Выявлено, что подкисление коагулирующей системы приводит к выделению высших карбоновых кислот в свободном виде и образованию сернокислых солей цинка, кобальта и никеля, которые остаются в водной фазе (серуме). Присутствие данных солей в серуме создает возможность его использования в технологическом процессе производства эмульсионных каучуков для приготовления водных растворов хлоридов этих солей, а также подкисляющего агента (серной кислоты). Положительное решение рассмотренных вопросов способствует и решению ряда экологических проблем. Исследованные резиновые смеси и вулканизаты, приготовленные на основе экспериментальных каучуков, по своим показателям соответствуют нормативным требованиям.

**Ключевые слова:** латекс, коагулирующие агенты, выделение, каучук, показатели.

**Введение.** Выпуск синтетических эмульсионных каучуков и латексов неуклонно возрастает, что обосновано широким применением их при изготовлении шинной и резинотехнической продукции, выпуске композиционных материалов различного назначения [1–7]. Совершенствование технологии их производства, внедрение нового аппаратного оформления, иницилирующих и коагулирующих систем позволяет интенсифицировать процесс, повысить производительность, снизить материальные и энергетические затраты.

Однако технологический процесс по их изготовлению несет значительную экологическую нагрузку, так, как и в настоящее время на ряде предприятий нефтехимической отрасли в процессе выделения каучуков из латекса в качестве коагулирующего агента используется водный раствор хлорида натрия, расход которого достигает 200 кг на тонну каучука. Это объясняется тем, что применение других коагулирующих агентов сопряжено с существенным изменением технологии выделения каучука, а, следовательно, и аппаратного оформления процесса. Поэтому

важной и актуальной является задача, направленная на разработку новых технологий и технических решений, позволяющих снизить расход хлорида натрия или полностью исключить его применение в технологии производства эмульсионных каучуков [8–12].

Так в работе [8] показана возможность применения в технологии производства каучуков из латексов низкомолекулярных и высокомолекулярных четвертичных солей аммония, расход которых меньше, чем хлорида натрия и других солей. Однако высокая стоимость данных соединений, их токсичность, а также отсутствие возможности их применения в некоторых технологических процессах в значительной степени сдерживает их использование в промышленности синтетического каучука, получаемого эмульсионной полимеризацией.

Анализ имеющихся литературных данных показал отсутствие сведений о применении в технологии выделения каучука из латекса в качестве коагулянтов солей на основе d-металлов 4-го периода периодической системы Д.И. Менделеева. Интерес к применению этих солей в технологии выделения каучуков из латексов базируется на

том, что они присутствуют в качестве отходов на некоторых химических, нефтехимических предприятиях, а оксид цинка активно используется и в настоящее время в качестве одного из компонентов резиновых смесей. Поэтому поиск новых направлений по использованию данных соединений имеет как научное, так и прикладное значение.

В настоящей работе исследована возможность применения солей d-металлов 4-го периода периодической системы Д.М. Менделеева в

технологии выделения синтетического каучука СКС-30 АРК из латекса, проведена сравнительная оценка их влияния на процесс коагуляции в сравнении с хлоридом натрия, дана оценка получаемых каучуков и вулканизатов.

**Методология.** Объектом исследования являлся бутадиен-стирольный латекс марки СКС-30 АРК, характеристика которого представлены в таблице 1.

Таблица 1

**Характеристика бутадиен-стирольного латекса производства каучука СКС-30 АРК**

Наименование показателей	Значение
Сухой остаток, % мас.	20,2
Поверхностное натяжение, $[\sigma]$ , мН/м	61,3
рН латекса	9,5
Размер латексных частиц, нм	53,6
Содержание связанного стирола, % мас.	22,1

Коагуляцию каучукового латекса СКС-30 АРК проводили по общепринятой методике [13] с использованием в качестве коагулирующих агентов водные растворы солей, обладающих следующей концентрацией:

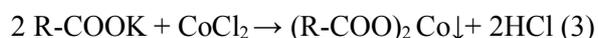
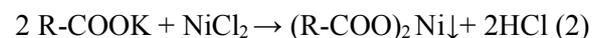
хлорид натрия – 10,0 % мас.,  
хлорид цинка – 11,0 % мас.,  
хлорид никеля – 8,0 % мас.,  
хлорид кобальта – 7,5 % мас.

В качестве подкисляющего агента применяли 2,0 – ный % по массе водный раствор серной кислоты с расходом 15 кг на 1 тонну каучука. Выделение каучука из латекса проводили при температуре  $20 \pm 2$  °С,  $40 \pm 2$  °С, и  $60 \pm 2$  °С на коагуляционной установке, представляющей собой емкость, снабженную перемешивающим устройством, помещенную в термостат для поддержания заданной температуры. Проведение коагуляции при более высокой температуре объясняется тем, что данный температурный режим имеет место на реальном производстве. Полноту выделения каучука из латекса оценивали визуально по прозрачности серума и гравиметрически – по массе получаемой крошки каучука. Образующуюся крошку отделяли от серума, промывали водой и после частичного обезвоживания досушивали в сушильном шкафу при температуре  $82 \pm 2$  °С.

**Основная часть.** Полученные экспериментальные результаты показали (табл. 2), что масса выделяемой крошки каучука закономерно возрастала с повышением расхода коагулянта. Однако полнота выделения каучука из латекса достигалась при разных расходных нормах коагу-

лянтов. В случае применения в качестве коагулирующих агентов хлоридов таких d-металлов как цинк, никель, кобальт полнота выделения достигалась при расходе 30–50 кг/т каучука, что соответствует правилу Шульца-Гарди, это в 5–6 раз меньше, чем расход хлорида натрия.

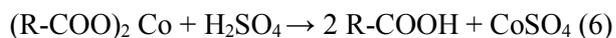
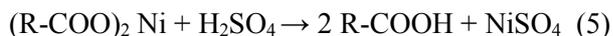
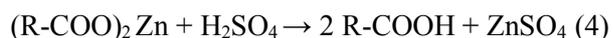
Теоретические и экспериментальные исследования указывают на то, что в системе реализуется нейтрализационный механизм коагуляции за счет химического взаимодействия анионов эмульгатора с солями d-металлов 4-го периода периодической системы Д.М. Менделеева с образованием ионно-солевого комплекса [14]. Продукты данного взаимодействия (реакции 1, 2, 3) теряют растворимость в водной фазе и могут частично захватываться образующейся крошкой каучука:



Протекание данных реакций подтверждается изменением окраски вводимых водных растворов солей никеля (зеленая окраска) и кобальта (фиолетовая окраска) в раствор поверхностно-активных веществ, которая затем исчезает. Раствор теряет прозрачность, приобретает молочно-белый цвет вследствие образования данных комплексов.

Завершающаяся стадия выделения каучука из латекса сопровождается подкислением коагулируемой системы водным раствором серной кислоты с целью перевода мыл карбоновых кислот и полученного нерастворимого продукта в карбоновые кислоты. Данное взаимодействие

приводит к образованию водорастворимых солей d-металлов 4-го периода периодической системы Д.М. Менделеева по следующим реакциям:



Подтверждением данного процесса служит изменение окраски коагулируемой системы: водная фаза (серум) приобретает в случае с применением соли никеля зеленое окрашивание, а соли кобальта – фиолетовое.

Таким образом, проведенные исследования указывают на тот факт, что соединения никеля, кобальта и цинка преимущественно не захватываются крошкой каучука в виде нерастворимых в воде солей смоляных жирных кислот. Это позволяет использовать серум для приготовления водных растворов этих солей и для приготовления раствора подкисляющего агента с последующим использованием их в процессе выделения каучука из латекса, что создает условия для создания замкнутого технологического цикла с минимизацией экологических рисков.

Таблица 2

## Выделение каучука из латекса СКС-30 АРК различными коагулянтами

Вид коагулянта	хлорид натрия						
Расход хлорида натрия, кг/т каучука	10	30	50	70	100	120	150
рН водной фазы (серума) 20 / 40 / 60 °С	3,0 / 3,2 / 3,0						
Выход коагулюма, % 20 °С	34,5	56,3	74,7	80,5	85,6	90,5	97,1
40 °С	33,0	54,8	74,2	81,0	83,9	91,0	97,5
60 °С	32,3	55,1	75,2	79,6	84,9	89,6	98,0
Оценка полноты коагуляции	кн	кн	кн	кн	кн	кп	кп
Вид коагулянта	Хлорид цинка						
Расход хлорида цинка, кг/т каучука	5	10	20	30	40	–	–
рН водной фазы 20 / 40 / 60 °С	2,4 / 2,5 / 2,5						
Выход коагулюма, % 20 °С	55,8	70,3	88,7	92,3	96,4	–	–
40 °С	54,2	70,9	88,2	93,1	95,8		
60 °С	53,9	71,0	89,04	93,0	96,7		
Оценка полноты коагуляции	кн	кн	кн	кп	кп	–	–
Вид коагулянта	хлорид никеля						
Расход хлорида никеля, кг/т каучука	5	10	20	30	40	50	–
рН водной фазы 20 / 40 / 60 °С	3,6 / 3,5 / 3,6						
Выход коагулюма, % 20 °С	41,0	65,6	69,2	81,1	84,9	94,8	–
40 °С	41,3	65,0	70,9	81,0	84,7	92,9	
60 °С	42,3	64,9	70,5	79,9	85,6	93,8	
Оценка полноты коагуляции	кн	кн	кн	кн	кн	кп	
Вид коагулянта	хлорид кобальта						
Расход хлорида кобальта, кг/т каучука	5	10	20	30	40	50	–
рН водной фазы 20 / 40 / 60 °С	3,6 / 3,5 / 3,5						
Выход коагулюма, % 20 °С	61,2	74,6	81,3	86,5	91,9	94,0	–
40 °С	61,5	75,8	81,5	88,1	92,3	93,9	
60 °С	60,9	74,9	82,0	89,1	92,5	94,8	
Оценка полноты коагуляции	кн	кн	кн	кн	кп	кп	–

Примечание: кн – коагуляция неполная; кп – коагуляция полная.

Исследования по влиянию температуры на полноту выделения каучука из латекса с применением солей d-металлов 4 периода периодической систем Д.И. Менделеева показали, что данный фактор не оказывает влияния на процесс коагуляции. Полнота выделения каучука из латекса достигалась при одних и тех же расходных количествах коагулирующих агентов.

Новизна проведенных результатов позволяет внести ряд новых представлений в теорию

агрегативной устойчивости синтетических латексов и расширить сведения по влиянию различных видов солей на процесс выделения каучуков из латексов.

На основе каучука, выделенного из латекса с применением солей d-металлов 4-го периода периодической системы Д.М. Менделеева, приготовлены резиновые смеси и вулканизаты по общепринятой методике с использованием стандартных ингредиентов. Испытания показали, что

по основным физико-механическим характеристикам экспериментальные образцы соответствуют требованиям, предъявляемым к стандартным смесям [15]. Следовательно, в технологии выделения каучуков из латексов соли d-металлов 4-го периода периодической системы Д.М. Менделеева могут быть использованы.

**Выводы.** Расход хлоридов d-металлов 4 периода на выделение 1 т каучука составляет 30–45 кг, что в 5–6 раз меньше расхода хлорида натрия. Температурный режим не оказывает влияния на полноту коагуляции. В процессе выделения каучука из латекса могут быть использованы отходы, содержащие в своем составе соли d-металлов 4 группы периодической системы. По своим основным показателям вулканизаты на основе экспериментальных образцов соответствовали требованиям ГОСТ [16], предъявляемым к каучуку СКС-30 АРК. Предлагаемая технология создает предпосылки возможности снижения экологической нагрузки на окружающую среду.

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Папков В.Н., Ривин Э.М., Блинов Е.В. Бутадиен–стирольные каучуки. Синтез и свойства. Воронеж: ВГУИТ. 2015. 315 с.
2. 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.
3. Гришин Б.С. Резиновая промышленность России – от настоящего, через прошлое к будущему // Промышленное производство и использование эластомеров. 2015. № 1. С. 3–9.
4. Vezhnikov V.N., Zorina A.V., Ermolaeva A.K., Kretinina N.I., Nikulin S.S. Effect of mechanical treatment on the aggregative stability of latex and on consumption of coagulants in rubber recovery // Russian Journal of Applied Chemistry. 2016. Т. 89. № 10. Pp. 1662–1666.
5. Аксенов В.И., Рахматуллин А.И., Золотарев В.Л. Российская промышленность синтетических каучуков в XXI веке Анализ работы в период 2000 – 2017 гг. Перспективы развития отрасли. // Промышленное производство и использование эластомеров. 2017. № 3– 4. С. 3–22.
6. Амелина Н.В., Беляев П.С., Клишков А.С., Соколов М.В. Кинетика и аппаратно-технологическое оформление процесса изготовления резиновых нитей из латекса. Тамбов: Изд-во ТГТУ, 2015. 80 с.
7. Шеламова Е.Ю., Челноков П.А., Журихина М.А., Корястина Л.А., Котова Т.В. Синтез и свойства бутадиен-стирольных карбоксилированных латексов, полученных методом полунепрерывной полимеризации // Каучук и резина. 2019. Т. 78. № 1. С. 16–21.
8. Никулина Н.С., Булатецкая Т.М., Провоторова М.А., Никулин С.С., Пугачева И.Н., Вережников В.Н. Изучение возможности применения в производстве эмульсионных каучуков неорганических солей аммония // Вестник ВГУ, серия: Химия. Биология. Фармация. 2017. № 4. С. 18–22.
9. Vezhnikov V.N., Minkova T.V., Poyarkova T.N. Flocculation of butadiene-styrene latex with polymeric ammonium salts of N, N – dimethylaminoethyl methacrylate and mineral acid // Russian Journal of Applied Chemistry. 2004. Vol. 77. № 5. Pp. 830–834.
10. Vezhnikov V.N., Ostankova I.V., Kuznetsov V.A. Peculiarities of the coagulation mechanism of a nanocrystalline cellulose hydrosol and latex // Colloid Journal. 2014. Vol. 76. № 6. С. 668–674.
11. Vezhnikov V.N., Tekucheva A.E., Korystina L.A., Grinfeld E.A. Agglomeration of particles in a binary latex mixture, according to dynamic light scattering data // Russian Journal of Applied Chemistry. 2009. Vol. 82. № 12. Pp. 2197–2200.
12. Nikulin S.S., Shul'gina Yu.E., Poyarkova T.N., Popov V.M., Latynin A.V., Nikulina N. S. Specific features of rubber recovery from a latex with N, N-dimethyl-N, N-diallylammonium chloride under the action of magnetic field // Russian Journal of Applied Chemistry. 2014. Vol. 87. №7. Pp. 972–977. DOI: 10.1134/S1070427214070209
13. Нейман Р.Э. Коагуляция синтетических латексов: (Физ.-хим. основы) // М-во высш. и сред. спец. образования РСФСР. Воронежский гос. ун-т. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1967. 187 с.
14. Вережников В.Н., Гермашева И.И., Крысин М.Ю. Коллоидная химия поверхностно-активных веществ. СПб: Лань. 2015. 304 с.
15. Гришин Б.С. Материалы резиновой промышленности (информационно-аналитическая база данных). Казань: КГТУ. 2010. 994 с.
16. ГОСТ 15627-79 Каучуки синтетические бутадиен метилстирольный СКМС – 30АРК и бутадиен-стирольный СКС-30АРК. Технические условия. Изменения 12.09.2018. Москва: Издательство стандартов. 52 с.

#### Информация об авторах

**Власова Лариса Анатольевна**, кандидат технических наук, доцент кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: vllar65@yandex.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Россия, 394036, Воронеж, Революции проспект, 19.

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

**Никулин Сергей Саввович**, доктор технических наук, профессор кафедры технологии органических соединений, переработки полимеров и техносферной безопасности. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru. Воронежский государственный университет инженерных технологий. Старший научный сотрудник военного учебно-научного центра военно-воздушных сил. Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина. Россия, 394036, Воронеж, Революции проспект, 19.

Поступила в июне 2019 г.

© Власова Л.А, Пугачева И.Н, Никулин С.С., 2019

<sup>1,\*</sup>Vlasova L.A., <sup>1</sup>Pugacheva I.N., <sup>1,2</sup>Nikulin S.S.

<sup>1</sup>Voronezh state University of engineering technologies

<sup>2</sup>Military training and research center of the air force "Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin

\*E-mail: vllar65@yandex.ru

## THE USE OF SALTS OF D-METALS OF THE 4th PERIOD AS COAGULANTS IN THE PRODUCTION TECHNOLOGY OF EMULSION RUBBERS

**Abstract.** Currently, much attention is paid to improving the technology of rubbers obtained by emulsion polymerization. The stage of isolation of rubber from latex is one of the problematic stages of this production. The development of more advanced coagulating systems remains relevant. For the first time, the possibility of using d-metal salts of the fourth period of the periodic table of Mendeleev's salts as coagulants in rubber isolation is considered: chloride of zinc, nickel and cobalt. The influence of the consumption of these salts on the completeness of rubber isolation is investigated, the properties of rubbers are estimated. It is found that zinc chloride has the best coagulating ability. The formation of insoluble complex compounds between the coagulating agent and surfactants of the latex system is established. It is revealed that the acidification of the coagulating system leads to the release of higher carboxylic acids in free form and the formation of sulfuric salts of zinc, cobalt and nickel, which remain in the aqueous phase (serum). The presence of these salts in the serum allows its usage in the technological process of emulsion rubbers production for the preparation of aqueous solutions of chlorides of these salts, as well as acidifying agent (sulfuric acid). The positive outcome of the considered issues contributes to the solution of a number of environmental problems. The studied rubber mixtures and vulcanizates prepared on the basis of experimental rubbers meet the regulatory requirements.

**Keywords:** latex, coagulating agents, isolation, rubber, indicators.

### REFERENCES

1. Papkov V.N., Rivin E.M., Blinov E.V., Butadiene–styrene rubbers. Synthesis and properties [Butadien–stiro'l'nye kauchuki. Sintez i svoystva]. Voronezh: VGUI. 2015, 315 p. (rus)
2. Averko-Antonovich L.A., Averko-Antonovich Yu.O., Davletbaeva I.M., Kirpichnikov P.A. Chemistry and technology of synthetic rubber [Himiya i tekhnologiya sinteticheskogo kauchuka]. M.: Chemistry, Colossus, 2008, 357 p. (rus)
3. Grishin B.S. Rubber industry of Russia – from the present, through the past to the future [Rezinovaya promyshlennost' Rossii – ot nastoyashchego, cherez proshloe k budushchemu]. Industrial production and use of elastomers. 2015. No. 1. Pp. 3–9. (rus)
4. Verezhnikov V.N., Zorina A.V., Ermolaeva A.K., Kretinina N.I., Nikulin S.S. Effect of mechanical treatment on the aggregative stability of latex

and on consumption of coagulants in rubber recovery. Russian Journal of Applied Chemistry. 2016. Vol. 89. No. 10. Pp. 1662–1666.

5. Aksenov V.I., Rakhmatullin A.I., Zolotarev V.L. Russian industry of synthetic rubbers in the 21st century. Analysis of the work in the period 2000 – 2017. Prospects for the development of the industry [Rossijskaya promyshlennost' sinteticheskikh kauchukov v XXI veke Analiz raboty v period 2000–2017 gg. Perspektivy razvitiya otrasli]. Industrial production and use of elastomers. 2017. No. 3–4. Pp. 3–22. (rus)

6. Amelina N.V., Belyaev P.S., Klinkov A. S., Sokolov M.V. Kinetics and hardware and technological registration of the production of rubber threads of latex [Kinetika i apparaturno-tekhnologicheskoe oformlenie processa izgotovleniya rezinovyh nitej iz lateksa]. Tambov: Publishing house TGTU. 2015. 80 p. (rus)

7. Shelamova E.Y., Chelnokov P.A., Zhurikhina M.A., Korystina L.A., Kotova T.V. Synthesis and properties butadiene – the styrene carboxylated latexes received by method of semi-continuous polymerization [Sintez i svojstva butadien-stirol'nyh karboksilirovannyh lateksov, poluchennyh metodom polunepriyvnnoj polimerizacii]. Rubber and Rubber. 2019. Vol. 78. No. 1. Pp. 16–21. (rus)
8. Nikulina N.S., Bulatetskaya T.M., Provotorova M.A., Nikulin S.S., Pugacheva I.N., Verezhnikov V.N. Study of a possibility of application in production of emulsion rubbers of inorganic salts of ammonium. Vestnik VGU, series: Chemistry. Biology. Pharmacy. 2017. No. 4. Pp. 18–22. (rus)
9. Verezhnikov V.N., Minkova T.V., Poyarkova T.N. Flocculation of butadiene-styrene latex with polymeric ammonium salts of N, N – dimethylaminoethyl methacrylate and mineral acid. Russian Journal of Applied Chemistry. 2004. No. 77. No. 5. Pp. 830–834.
10. Verezhnikov V.N., Ostankova I.V., Kuznetsov V.A. Peculiarities of the coagulation mechanism of a nanocrystalline cellulose hydrosol and latex. Colloid Journal. 2014. Vol. 76. No. 6. Pp. 668–674.
11. Verezhnikov V.N., Tekucheva A.E., Korystina L.A., Grinfeld E.A. Agglomeration of particles in a binary latex mixture, according to dynamic light scattering data. Russian Journal of Applied Chemistry. 2009. Vol. 82. No. 12. Pp. 2197–2200.
12. Nikulin S.S., Shul'gina Yu.E., Poyarkova T.N., Popov V.M., Latynin A.V., Nikulina N. S. Specific features of rubber recovery from a latex with N, N-dimethyl-N,N-diallylammonium chloride under the action of magnetic field. Russian Journal of Applied Chemistry. 2014. Vol. 87. No. 7. Pp. 972–977. DOI: 10.1134/S1070427214070209
13. Neiman R.E. Coagulation of synthetic latex: (Phys.-chem. bases) [Koagulyaciya sinteticheskikh lateksov: (Fiz.-him. osnovy)]. M-vo vyssh. i sred. spec. ob-razovaniya RSFSR. Voronezhskij gos. un-t. Voronezh: Izd-vo Voronezh. un-ta, 1967, 187 p. (rus)
14. Verezhnikov V.N., Germasheva I.I., Krysin M.Yu. Colloidal chemistry of surfactants [Kolloidnaya himiya poverhnostno-aktivnyh veshchestv]. Saint Petersburg: LAN. 2015. 304 p. (rus)
15. Grishin B. S. Materials of the rubber industry (information and analytical database) [Materialy rezinovej promyshlennosti (in-formacionno-analiticheskaya baza dannyh)]. Kazan: Kazan state technological University. 2010, 994 p. (rus)
16. GOST 15627-79. Synthetic Rubber butadiene metilstirolny SCMS – 30ARK and butadiene-styrene SCS-30ARK. Technical conditions. Changes 12.09.2018 [Kauchuki sinteticheskie butadien metilstirol'nyj SKMS – 30ARK i butadien-stirol'nyj SKS-30ARK. Tekhnicheskie usloviya. Izmeneniya 12.09.2018]. Moscow: Publishing house of standards, 52 p. (rus)

#### Information about the authors

**Vlasova, Larisa A.** PhD, Assistant professor. E-mail: vllar65@yandex.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Russia, 394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19.

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

**Nikulin, Sergey S.** DSc, Professor. E-mail: nikulin.nikuli@yandex.ru. Voronezh State University of Engineering Technologies. Military training and research center of the air force Air Force Academy named after Professor N.E. Zhukovsky and Gagarin. Russia, 394036, Voronezh, Revolution Avenue, 19.

*Received in June 2019*

#### Для цитирования:

Власова Л.А., Пугачева И.Н., Никулин С.С. Применение солей d-металлов 4-го периода в качестве коагулянтов в технологии производства эмульсионных каучуков // Вестник БГТУ им. В.Г. Шухова. 2019. № 9. С. 117–122. DOI: 10.34031/article\_5db3e74c458638.24216673

#### For citation:

Vlasova L.A., Pugacheva I.N., Nikulin S.S. The use of salts of d-metals of the 4th period as coagulants in the production technology of emulsion rubbers. Bulletin of BSTU named after V.G. Shukhov. 2019. No. 9. Pp. 117–122. DOI: 10.34031/article\_5db3e74c458638.24216673